

YMPÄRISTÖN-  
SUOJELU

Juha Laasonen, Jorma Rytönen ja Jukka Sassi

# Saimaan vesistöalueen kuljetusten ympäristöriskit







Juha Laasonen, Jorma Rytönen ja Jukka Sassi

# Saimaan vesistöalueen kuljetusten ympäristöriskit

HELSINKI 2001

ISBN 952-11-0857-6  
ISSN 1238-7312

Kannen valokuva:  
Hannu Laukkanen, Savonlinna  
Kartat: Maanmittauslaitos lupa nro 7/MYY/01

Paino  
Edita Oyj, 2001

## Esipuhe

Saimaan vesistöalueen kuljetusten ympäristöriskien päivittämiseksi Suomen ympäristökeskus tilasi tutkimuksen VTT Valmistustekniikasta. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää Saimaan alueen kuljetusten ympäristöriskejä vesistölle. Lähtökohtana oli koko Saimaan vesistöalueen riskianalyysin perusteella arvioida nykyisen öljyntorjuntakaluston riittävyttä.

Alusliikenteen kuljetussuoritteiden, onnettomuustilastojen, liikenteen kannalta hankalien väyläkohtien ja satamien lastinkäsittelyprosessien perusteella on arvioitu ympäristöriskien esiintymistä ja mahdollisen kemikaali- tai öljypäästön todennäköistä kokoa. Alusliikenteen lisäksi tarkasteltiin vaarallisten aineiden ja kemikalioiden maakuljetusreittejä siltä osin, kuin mahdollisten onnettomuuksien seurauksena haitallisia aineita voisi päästä vesistöön.

Saimaan alueen satamat ovat joko kunnallisia satamia tai yksityisiä, teollisuuslaitosten omia satama- tai lastaus/purkupaikkoja. Varsinaisia kemikaalisatamia on vain Varkaudessa, Kuopiossa ja Puhoksessa. Valtaosa laiturialueella käsiteltävistä tuotteista on paperiteollisuuden ja rakennusteollisuuden raaka-aineita. Satamien päästöt edellyttävät torjuntaorganisaatiolta lähinnä alueen puomituskalustoa sekä sukeltajatarkistuksia satamissa. Alukseen kohdistuneissa onnettomuus- ja vauriotilanteissa valtaosalla kuljetettavista tuotteista ei ole vesistöön jouduttuaan haitallisia ympäristöä vahingoittavia vaikutuksia.

Tarkastelujaksolla 1982-1998 Saimaalla tapahtuneissa alusonnettomuuksissa ei ole päässyt vuotamaan polttoainetta vesistöön. Suurin riski alushaverissa on aluksen omien polttoainetankkien rikkoutuminen ja raskaan tai kevyen polttoöljyn joutuminen vesistöön. Öljypäästön pahimpana arviona on pidetty 50 m<sup>3</sup> öljypäästöä.

Selvityksessä onnettomuudet vuosien 1982-1998 on jaoteltu vaurion suuruuden mukaan: ei vahinkoa, vähäiset ja melkoiset vahingot. Sisävesillä tapahtuneiden onnettomuuksien vaurioiden kustannukset ovat keskimäärin 0,2 milj.mk vuodessa, eikä tarkastelujaksolla onnettomuuksien aluksista ole tullut hylkyjä. Tämän perusteella taulukoissa esitettyjä melkoisia vahinkoja voidaan pitää useassa tapauksessa vaikutuksiltaan vähäisinä.

Aluksen mahdollisuus joutua onnettomuuteen Saimaan kanavalla ja syväväylän eri osilla on keskimäärin 0,95 onnettomuutta/1 000 alusta ja keskimäärin 1 onnettomuus 46,7 milj. tonni-km kohti. Liikennetiheyden perusteella Savonlinnan pohjoispuolisella syväväylällä on keskimääräistä suurempi onnettomuusriski, kun taas kuljetussuoritteen perusteella myös Saimaan kanava ja Savonlinnan alue on keskimääräistä riskialttiimpi. Polttoainesäilöiden vuotoriski alkaa olla todennäköinen vasta vaurion ollessa melkoinen. Tällöin keskimääräinen onnettomuusriski on 0,16 onnettomuutta/1 000 alusta. Puumalan ja Sulkavan alueella, Varkauden ja Savonrannan pohjoispuolella onnettomuusriski on keskimääräistä suurempi. Pohjois-Euroopan satamien sisääntuloväylillä onnettomuusriski on suuruudeltaan 0,03 tapausta 1 000 alusta kohti. Tähän lukuun verrattuna Saimaan syväväylän onnettomuusriski on huomattavasti suurempi. Onnettomuusriskin perusteella ei voida luotettavasti sanoa voitaisiinko raskaan polttoöljyn kuljetukset sallia. Jos kuljetukset sallittaisiin, tai ryhdyttäisiin sallittuihin kevyen polttonesteiden aluskuljetuksiin tulee mm. käytettävän aluskaluston olla uutta, navigointi- ym laitteiltaan uudenaikaisia. Tällöin aluksen joutuessa onnettomuuteen on öljyvuotoriski minimissään.

Saimaan kanavalla ja syväväylällä on käytössä PIANC:in (1997) suosittelemat alusten onnettomuusriskin pienentämiskeinot (väylän käytön rajoitukset ja säännöt, merkin-  
töjen tehostamiset sekä liikennejärjestelyt) tai niitä suunnitellaan käyttöön otettavaksi  
(VTS-järjestelmä). Ainoana selkeänä alusturvallisuuden parannustoimenpiteenä on Sa-  
vonlinnan syväväylän siirto Kyrönsalmesta Laitaatsiltaan tai Aholahteen. Vihtakannan  
kanavan parannustoimenpiteen vaikutuksia onnettomuusriskiin ei lyhyen tarkastelua-  
janjakson vuoksi voida varmuudella sanoa.

Vaarallisten aineiden maakuljetuksien onnettomuuksista on olemassa vain hajanai-  
sia tietoja, joten vertailua alusliikennekuljetusten kanssa ei luotettavasti voida suorittaa.  
Vaarallisten aineiden kuljetusten osuus tieliikenteen kuljetussuoritteesta on viime vuosi-  
na ollut suuruudeltaan noin 6-8 %. Tieliikenteessä vuosina 1995-1997 rekoille tapahtui  
noin 4 300-4 500 onnettomuutta vuodessa, jolloin vaarallisia aineita kuljettaville rekoille  
aiheutuisi samassa suhteessa onnettomuuksia noin 250-350 onnettomuutta. Vuoden 1997  
tilastoitiin 7 vaarallisten aineiden kuljetusten yhteydessä tapahtunutta onnettomuutta.  
Vuoden 1997 vaarallisten aineiden maantiekuljetusten kuljetussuoritteen perusteella las-  
kien onnettomuusriski on 221 milj. tonni-km/onnettomuus, joka on hiukan suurempi kuin  
alusten riski saada melkoisia vaurioita (295 milj. tonni-km). Lisäksi on muistettava, että  
päinvastoin kuin kyseisen vuoden tieliikenneonnettomuuksissa alusliikenteen onnetto-  
muuksista ei ollut päässyt valumaan polttoöljyä vesistöön.

Saimaan kanava ja syväväylä alue voidaan jakaa öljyntorjunnan ja virtausten kan-  
nalta eri tyyppisiin alueisiin, kuten Saimaan kanava, satamat, järviolueet ja virtapaikat.  
Öljyntorjunnan kannalta Saimaan kanava ja satamat ovat helposti puomitettavia alueita  
ja kyseisillä paikoilla on myös helposti saatavissa öljyntorjuntakalustoa. Järviolueilla vir-  
taukset määräytyvät suurelta osin tuulien mukaan ja valuman aiheuttavat virtaukset ovat  
yleensä pieniä. Salmissa ja virtapaikoissa virtausnopeudet määräytyvät vedenkorkeus-  
eron perusteella. Hankalia kohtia syväväylän varrella ovat Parkkari Lappeenrannan luo-  
na; Hätinvirta, Puumalansalmi, Osmonaskel ja Pahikka Puumalassa; Vekaransalmi Sulka-  
valla; Kommersalmi, Kyrönsalmi, Torakkaluoto ja Hietasaari Savonlinnassa; Tappuvirta,  
Orivirta ja Leppävirta.

Selvityksen perusteella pienissä kunnissa on tarvetta suuren työtaakan vuoksi lisätä  
vakinaisen henkilökunnan määrää, jotta riittävä valmius voidaan taata. Kunnissa on riit-  
tävä valmius ensimmäisen vaiheen öljyntorjuntaan (tiedustelu ja vahingon rajoittami-  
nen). Toisen vaiheen öljyntorjunnassa kaupunkien osuus tulee ratkaisevaksi. Kaupunki-  
en palo- ja pelastuslaitoksissa on vuorossa noin kymmenkunta henkeä, joista kaksi saat-  
taa olla varautunut sairaankuljetukseen. Kaupunkien alukset tulee olla riittävän nopeita,  
jotta toisen vaiheen torjuntatehtävät (vahingon rajoittaminen, öljyn keräily, jne) voidaan  
suorittaa.

Alusonnettomuuksien öljyntorjunnan valmiuden kannalta liikennetiheyden ja sat-  
tuneiden onnettomuuksien perusteella Savonlinnan eteläpuoleinen syväväyläosa on tär-  
keämmässä asemassa pohjoispuoliseen syväväylän osaan verrattuna. Poikkeuksen muo-  
dostaa Savonranta ja syväväyläosuus Kuhakivelle saakka, jossa on tapahtunut muutama  
vaurioiltaan melkoinen onnettomuus. Öljyntorjuntavalmiuden toisen vaiheen torjunnan  
kannalta Lappeenrantaan ja Savonlinnaan tulee saada paremmat veneet. Savonrannalle  
tulee sijoittaa parempi vapautuva kierrätysvene. Savonrannan puomikalustonmäärä tu-  
lee tarkistaa, että se on riittävä onnettomuusriskiin nähden. Puomikalustossa on kirja-  
vuutta ja niiden toisiinsa liittämässä on ongelmia. Tämän vuoksi puomikaluston kiinni-  
tyslaitteet pitää yhdenmukaistaa.

Allekirjoitukset

Espoossa 23.08.1999

Matti K. Hakala  
Tutkimuspäällikkö

Juha Laasonen  
Erikoistutkija

Jorma Rytkönen  
Ryhmäpäällikkö



# Sisällys

<b>Esipuhe .....</b>	<b>3</b>
<b>I Johdanto .....</b>	<b>7</b>
<b>2 Tarkastelualue ja liikennemäärät .....</b>	<b>8</b>
2.1 Saimaan kanava ja syväväylästä .....	8
2.2 Aluksen navigointiin ja väylästäön liittyviä näkökohtia .....	10
2.3 Syväväylästäöllä tehdyt parannustoimenpiteet ja suunnitelmat .....	11
2.3.1 Vihtakannan kanavan levitys .....	11
2.3.2 Savonlinnan syväväylän siirto .....	13
2.4 Vesiliikenne .....	16
2.5 Luonnonolosuhteet syväväylästäön varrella .....	19
2.5.1 Yleistä .....	19
2.5.2 Natura-alueet .....	20
2.5.3 Pohjavesialueet ja eräät erityiskohteet .....	21
<b>3 Alusliikenteen riski .....</b>	<b>24</b>
3.1 Johdanto .....	24
3.2 Alusten polttoaineen ja lastin ominaisuudet ja ympäristövaara .....	25
3.2.1 Alusten polttoainejärjestelmä .....	25
3.2.2 Onnettomuustyyppien vaikutus polttoainevuotoihin .....	28
3.3 Riskin pienentäminen ja hallintakeinot .....	29
<b>4 Aikaisemmat onnettomuus selvitykset .....</b>	<b>31</b>
4.1 Merialueiden onnettomuus selvityksiä .....	31
4.2 Saimaan syväväylän onnettomuudet 1978-1987 .....	31
4.3 Meri- ja sisävesialueen onnettomuudet 1982-1994 .....	32
<b>5 Ulkomailla tehtyjä sisävesistöjen riski selvityksiä .....</b>	<b>38</b>
<b>6 Kuljetusreitit, kalusto, lastityypit ja vaaralliset aineet .....</b>	<b>41</b>
6.1 Yleistä .....	41
6.2 Saimaan alueen satamat ja lastauspaikat .....	41
6.3 Vaarallisten aineiden maakuljetukset .....	44
6.3.1 Vaarallisten aineiden määritelmät ja luokittelu .....	46
6.3.2 Maantiekuljetukset .....	46
6.3.3 Rautatiekuljetukset .....	48
<b>7 Onnettomuus arviointi .....</b>	<b>50</b>
7.1 Onnettomuus tilastot ja niiden luokittelu .....	50
7.2 Onnettomuus paikkojen sijainti .....	53
7.3 Usean onnettomuuden kohteet .....	54
7.3.1 Savonlinnan Kyrönsalmi .....	54
7.3.2 Vihtakannan kanava .....	54
7.3.3 Sulkavan Vekara .....	55
<b>8 Riskitarkastelu .....</b>	<b>57</b>
8.1 Laskelmien lähtötiedot .....	57

8.2 Onnettomuusriski ja alusvahingon suuruuden vaikutus .....	58
8.3 Vihtakannan kanavan parannustoimenpiteiden vaikutus .....	59
8.4 Riskien pienentämismahdollisuudet .....	59
8.4.1 Kyrönsalmen syväväylän siirto .....	60
8.5 Maakuljetusten onnettomuudet .....	60
8.6 Yhteenveto .....	62

## **9 Johtopäätökset onnettomuustilastojen ja riskitarkastelujen perusteella ..... 64**

### **10 ÖTA-kaluston sijoitus sisävesistöissä, kaluston toimintasäde ja valmiusajat ..... 66**

10.1 Yleistä .....	66
10.2 Öljyntorjuntaveneiden ominaisuuksia .....	67
10.3 Kuntien öljyntorjuntavalmius ja kuljetusriskit .....	69
10.4 Johtopäätökset .....	73

### **11 Tulevaisuuden sisävesiliikenneskenaariot ja niiden vaikutukset ... 74**

11.1 Sisävesiliikenteen tulevaisuuden skenaariot .....	74
11.2 Sisävesiliikenneskenaarioiden vaikutukset .....	75

## **12 Yhteenveto ..... 76**

## **13 Kiitokset ..... 79**

## **Kirjallisuus ..... 80**

## **Liitteet ..... 82**

Liitteet 1 ja 2. Natura 2000-verkoston kohteet ja tärkeät pohjavesialueet Saimaan vesistöalueella. ....	82
Liite 3. RoRo-aluksen polttoainejärjestelmäkaaviot. ....	85
Liite 4. RoRo-aluksen polttoainejärjestelmäkaaviot. ....	86
Liite 5. RoRo-aluksen polttoainejärjestelmäkaaviot. ....	87
Liite 6. RoRo-aluksen polttoainejärjestelmäkaaviot. ....	88
Liite 7. RoRo-aluksen polttoainejärjestelmäkaaviot. ....	89
Liite 8. Onnettomuustiheydet [%] eri vaurioluokille. ....	90
Liite 9. Palavien nesteiden maantiekuljetukset vuonna 1997. ....	91
Liite 10. Vaarallisten aineiden rautatiekuljetukset vuonna 1997. ....	92
Liite 11. Saimaan aluskuljetusten jakautuminen syväväylän osille. ....	93
Liite 12. Arvio Saimaan aluskuljetusten kuljetussuoritteista syväväylän eri osille. ....	94
Liite 13. Riskitarkastelu alueittain liikennetiheyden ja kuljetetussuoritteen perusteella. ....	95

## **Kuvailulehdet ..... 99**

# Johdanto



Suomen ympäristökeskuksen toimeksiannosta VTT Valmistustekniikka teki selvityksen Saimaan vesistöalueen kuljetusten ympäristöriskeistä. Lähtökohtana oli lähinnä tarkastella kuljetusten muodostamaa ympäristöriskiä Saimaan vesistöön. Ympäristöriskillä on tässä yhteydessä tarkoitettu vaarallisen aineen tai öljytuotteen mahdollisuutta joutua vesistöön alushaverin tai maantie/rautatieonnettomuuden seurauksena. Pääpaino tarkastelussa on ollut alusliikenteen ympäristöriskien arviointi liikennemäärien, onnettomuustilastojen ja paikallisten olosuhteiden pohjalta.

Työssä on selvitetty alusliikenteen kannalta hankalia ja riskialttiita väyläkohtia, tarkasteltu sisävesisatamien lastaus- ja purkutapahtumia sekä arvioitu olemassaolevan torjuntakaluston sijoitusta suhteessa tarkastelussa löydettyihin riskikohtiin. Selvitystyössä on tarkasteltu myös maakuljetusten ympäristöriskejä niiltä osin kuin niiden on katsottu aiheuttavan vaaraa vesistöille. Vesistöalueen riskiherkkyyden arvioinnissa on myös otettu huomioon herkkien alueiden sijainti kuljetuskäytäviin nähden, Natura 2000-alueet, pohjavedenottamot ja eräitä muita alueita.

Selvityksen lopuksi on esitetty arviot kuljetusriskeistä Saimaan alueella ja esitetty joitakin suosituksia ja johtopäätelmiä kuljetusten turvallisuuden parantamiseksi. Alueen öljyntorjuntakaluston riittävyttä on myös analysoitu.

## 2.1 Saimaan kanava ja syväväylästä

Saimaan kanava avattiin 5.8.1968 ja se on toiminut nykymuodossaan yli 30 vuotta. Suomenlahdelta Viipuriin johtavan tuloväylän sallittu syväys Vysotskin satamaan on 7,3 metriä ja siitä Viipurin satamaan 6,5 metriä. Saimaan kanavalle erkanevan väylän sallittu kulkusyvyys on 4,35 metriä laskettuna vedenpinnasta MW -0,25 m. Saimaan kanavan kokonaispituus on 42,9 km, josta Suomen puoleisen osan pituus on 23,3 km. Sulkua on kahdeksan kappaletta, joista Venäjän puolella viisi (Brusnitchnoe, Iskrovka, Cvetotchnoe, Ilistoe ja Pälli) ja Suomen puolella on kolme (Soskua, Mustola ja Mälkiä). Kokonaisputous Saimaalta Suomenlahdelle on keskimäärin 75,7 metriä. Sulkujen keskiputouskorkeudet vaihtelevat 5,5 metristä 12,7 metriin (Järvi-Suomen merenkulkupiiri).

Saimaan kanavassa, ilman erikoislupaa, saavat liikennöidä alukset, joiden mitat ovat enintään:

- |                                |           |
|--------------------------------|-----------|
| • pituus                       | 82,0 m,   |
| • leveys                       | 12,2 m,   |
| • syväys                       | 4,35 m ja |
| • maston korkeus vedenpinnasta | 24,5 m.   |

Hinattavan aluksen syväys saa olla 4,50 m. Aluksien, joiden syväys ylittää 3,9 m, suurin sallittu kulkunopeus kanavauomassa on 9 km/h. Pienemmillä aluksilla nopeus on porrastettu 9-18 km/h aluksen syvyyden ja väylän mitoituksen mukaan (Järvi-Suomen merenkulkupiiri). Saimaan kanavalla liikennöivät alukset ovat lastauskyylyltään noin 500 - 2 500 tonnia (Dannenberg, 1989).

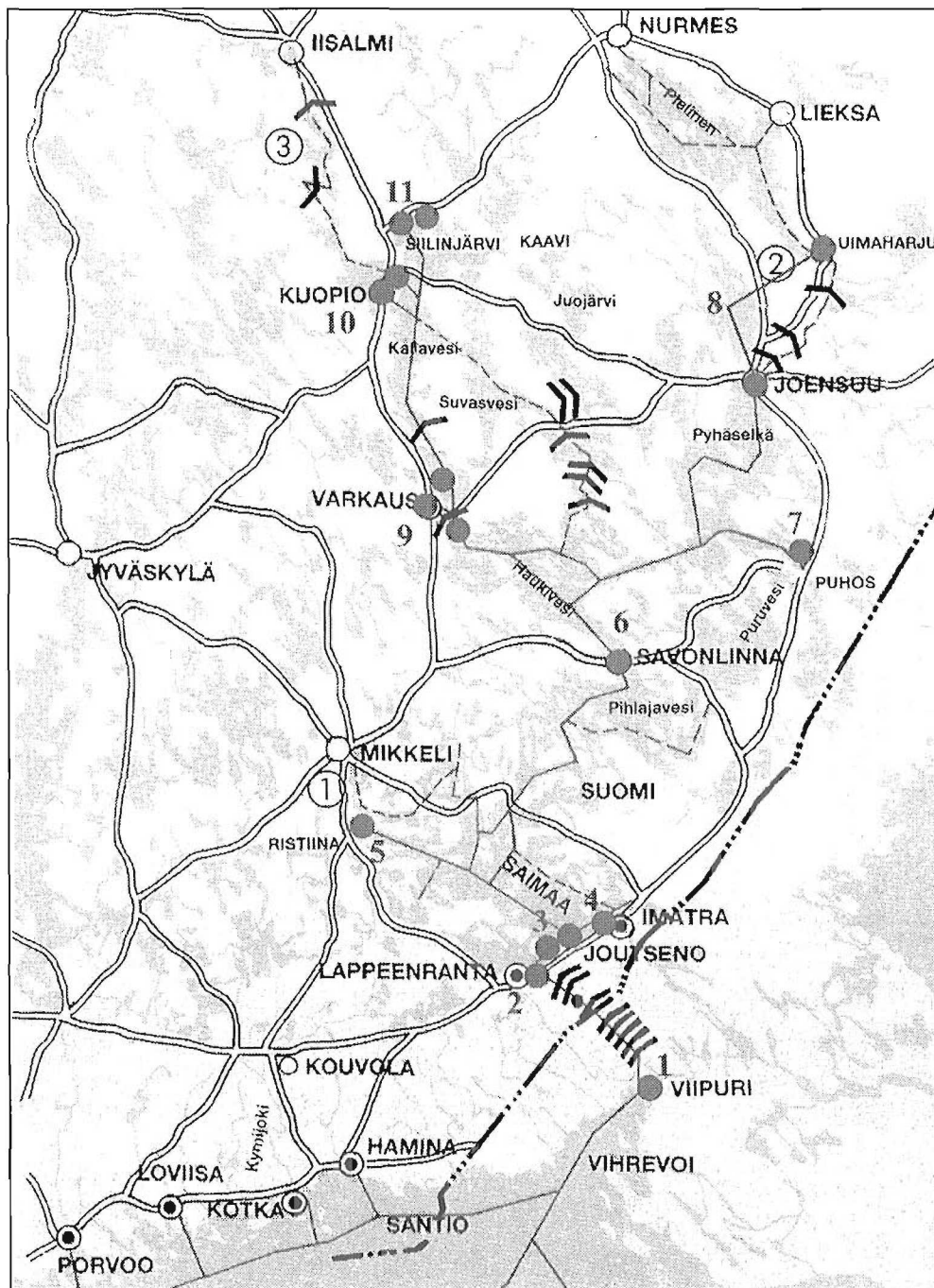
Saimaan järvialueen väyläverkon pituus on 3 300 km eli 35 % koko maan sisävesiväylistä ja sijaitsee Vuoksen vesistöalueella Itä-Suomen läänin alueella. Vuoksen vesistö siihen liittyvine välittömine vaikutusalueineen on pinta-alaltaan 52 000 km<sup>2</sup>, ja siellä asuu n. 750 000 asukasta.

Väylästäön kuuluu kolmenlaisia julkisia väyliä (Järvi-Suomen merenkulkupiiri):

- syväväylät, sallittu syväys 4,2 metriä, yhteispituus on 814 km,
- pääväylät, sallittu syväys 2,4 metriä, yhteispituus on noin 1 560 km ja
- sivuväylät, sallittu syväys < 2,4 metriä, yhteispituus noin 1 200 km.

Syväväylä alkaa Saimaan kanavan suulta Lauritsalasta ja kulkee Savonlinnan kautta Kuopioon ja Siilinjärvelle sekä Joensuuhun ja Puhokselle. Etelä-Saimaalla on syväväyläyhteys Lappeenrantaan, Imatralle ja Ristiinaan. Syväväylä Savonlinnasta Kuopioon kulkee Haukiveden ja Varkauden Taipaleen sulkukanavan kautta. Pääväylätasoisia väyliä on mm. Kuopiosta Iisalmeen ja Joensuusta Pieliselle. Saimaan syväväylän satamat ja lastauspaikat on esitetty taulukossa 1 ja kuvassa 1 (Järvi-Suomen merenkulkupiiri). Taulukon 1 sataman/lastauspaikan yhteydessä oleva numerointi (suluissa) vastaa sijaintia kuvassa 1.





Alusten sallitut mitat

KANAVA		SYVÄVÄYLÄ		PÄÄVÄYLÄ ①		PÄÄVÄYLÄ ②		PÄÄVÄYLÄ ③	
pit.	82,00 m	pit.	82,00 m	pit.	82,00 m	pit.	80,00 m	pit.	160,00 m
lev.	12,20 m	lev.	12,20 m	lev.	12,20 m	lev.	12,20 m	lev.	12,20 m
syv.	4,35 m	syv.	4,35 m	syv.	2,40 m	syv.	2,40 m	syv.	2,40 m
kork.	24,50 m	kork.	24,50 m	kork.	12,00 m	kork.	10,50 m	kork.	12,00 m

○ Kaupunki ● satama tai laituri — syväväylä — pääväylä — sulku

Kuva 1. Saimaan syväväylästä, satamat ja laiturit (Järvi-Suomen merenkulkupiiri).

Taulukko 1. Saimaan satamat ja lastauspaikat (Järvi-Suomen merenkulkuupiiri).

Satama tai lastauspaikka (sijainti kuvassa 1)	Laituripaikkoja	Syväys [m]	Rautatieyhteys
Brusnitchnoen laituri (1)	2	4,35	
Nuijamaan laituri (2)	1	4,35	
Mustolan satama, Lappeenranta (2)	7	4,35	laiturille
Kaukaan laituri, Lappeenranta (2)	2	4,35	
Rapasaaren laituri, Lappeenranta (2)	1	4,35	laiturille
Honkalahden laituri (3)	1	4,35	
Pulpin laituri, Joutseno (3)	1	4,35	
Vuoksen satama, Imatra (4)	3	4,35	laiturille
Ristiinan satama (5)	1	4,35	
Savonlinnan satama (6)	1	4,35	laiturille
Puhoksen satama (7)	1	4,35	
Joensuun satama (8)	4	4,35	laiturille
Uimaharjun laituri (8)	1	2,40	
Akonniemen satama, Varkaus (9)	2	4,35	
Taipaleen satama, Varkaus (9)	2	4,35	
Kosulanniemen satama, Varkaus (9)	2	4,35	laiturille
Kumpusalmen satamat, Kuopio (10)	3	4,35	
Kelloniemen öljysatama, Kuopio (10)	1	4,35	
Siilinjärven laituri, KemiraOy (11)	1	4,20	
Siilinjärven laituri, Lohja Oy (11)	1	4,20	

Syväväylän varrella on seitsemän avattavaa siltaa, joista kolme on Savonlinnassa (Olavinlinnan ponttoonisilta, Kyrönsalmen rautatie- ja maantiesilta), kaksi Varkaudessa Taipaleen sulkukanavan yhteydessä (rautatie- ja maantiesilta), Jännevirran maantiesilta Kuopion ja Siilinjärven välillä sekä Vihtakankaan maantiesilta (Haukiveden ja Joensuun välillä). Syväväylän ylimenevien kiinteiden maantiesiltöjen (Luukkaansalmen maantiesilta, Komminselän paikallistiesilta ja Leppävirran maantiesilta) alikulkukorkeus on 24,5 metriä paitsi Haponlahden maantiesillan (Haukiveden ja Joensuun välillä), jonka alikorkeus on 13,6 metriä (Järvi-Suomen merenkulkuupiiri).

## 2.2 Aluksen navigointiin ja väylästään liittyviä näkökohtia

Luotsausasetuksen (92/1998) mukaan Suomen sisäisillä aluevesillä seuraavien alusten tulee käyttää luotsia:

- alus tai alusyhdistelmä, jonka suurin pituus on yli 60 metriä tai suurin leveys yli 10 metriä tai suurin sallittu kesälastisyvyys suolaisessa vedessä yli 4,5 metriä;
- alus, joka irtolastina kuljettaa vaarallisia tai merta pilaavia aineita; ja
- ulkomainen valtion alus, jota ei käytetä kaupallisen toiminnan harjoittamiseen.

Edellä mainitusta luotsinkäyttövelvollisuudesta ovat kuitenkin vapautetut Suomen valtion omistamat alukset, joita ei käytetä kaupallisen toiminnan harjoittamiseen, sekä em. alukset, joiden päälliköllä on merenkululaitoksen myöntämä linjaluotsikirja käytettävälle linjaosuudelle.

Aluksen luotsaukseen sovelletaan edellä mainitun luotsausasetuksen lisäksi MKH:n luotsausohjeita ja SL-merenkulkuupiirin pysyväismääräyksiä luotsihenki-

lökunnalle, 15.11.1991 (Rekonen, 1998). Määräyksissä esitetyistä ohjeista mainittakoon erityisesti tämän selvitystyön puitteissa MKH:n luotsausohjeista kohdat 6, 9 ja 11:

- kohta 6.) Näkyvyyden huonontuessa on luotsin tarkkaan harkittava, voiko hän luotsausta jatkaa. Tässä mielessä on otettava huomioon aluksen ohjailtavuus, sen laitteiden kunto, pystyykö päällystö avustamaan luotsia navigoinnissa sekä muut aluksen turvallisuuteen liittyvät tekijät.
- kohta 9.) Luotsin tulee pitää alus väylällä niin tarkoin kuin se käytännössä on mahdollista ja ajaa väylät myös selkeällä säällä tutkaa hyväksi käyttäen pitääkseen paikallistuntemuksensa ajan tasalla. Luotsin omissa merikartoissa tulee olla tarpeelliset merkinnät tutkanavigointia varten, mm. tarvittavat suunnat, matkat ja etäisyydet.
- kohta 11.) On osoittautunut, että suuri osa onnettomuuksista tapahtuu väylän käännöskohdissa, joten suositetaan, että aluksen nopeutta tarvittaessa vähennetään ennen käännöskohtaan tuloa, jotta aluksen reservissä olevaa konetehoa voidaan käyttää hyväksi käännösten aikana ja että toisaalta niiden vaatimien toimenpiteiden harkintaan saadaan enemmän aikaa. Edelleen suositetaan, että aluksen paikka määritetään tarkkaan ennen käännöskohdtaa, ja että mikäli seuraavan suunnan osoitusmerkkejä ei hyvissä ajoin voida nähdä, on käännöskohdan ohjailu suoritettava erityisen varovasti.

Aluksen navigoinnissa väylällä tulee käytettävä aluksen nopeus sovitaa moniin asioihin: toisaalta pyritään ajamaan taloudellisten prioriteettien mukaan, toisaalta olosuhteet yhdessä aluksen ohjailuominaisuuksien ja siihen kohdistuvien hydrodynaamisten voimien kanssa vaikuttavat käytettävään nopeuteen. Ahdas, matala tai mutkainen väylä saattaa aiheuttaa nopeuden rajoitustarvetta. Vastaavasti näkyvyyden ja erityisesti tutkanäkyvyyden ollessa rajoitettu joudutaan hidastamaan nopeutta. Toisaalta aluksella tulee olla riittävä nopeus, jotta sen ohjailuominaisuudet säilyvät, erityisesti voimakkaan tuulen vallitessa. Saimaan alueella ei tuulesta aiheudu kapeilla ja mutkaisilla alueilla niin suuria momentteja alukseen kuin merialueilla, mutta salmissa ja virtapaikoissa veden virtaus, pohja- ja reunaimut vaikeuttavat aluksen navigointia väylällä. Virtausnopeudet salmissa voivat paikallisesti olla luokkaa 1,0...1,5 m/s, jolloin ko. paikallisten ongelmakohtien virtauskentän mahdollisimman tarkka tuntemus auttaa navigoinnissa. Poikittaisvirtaukset ovat esimerkiksi Kyrönsalmessa, Konnuksen ja Joensuun suluissa olleet se primääritekijä, jonka vaikutuksesta on aiheutunut aluksen törmäämistä rakenteisiin (Rekonen, 1998).

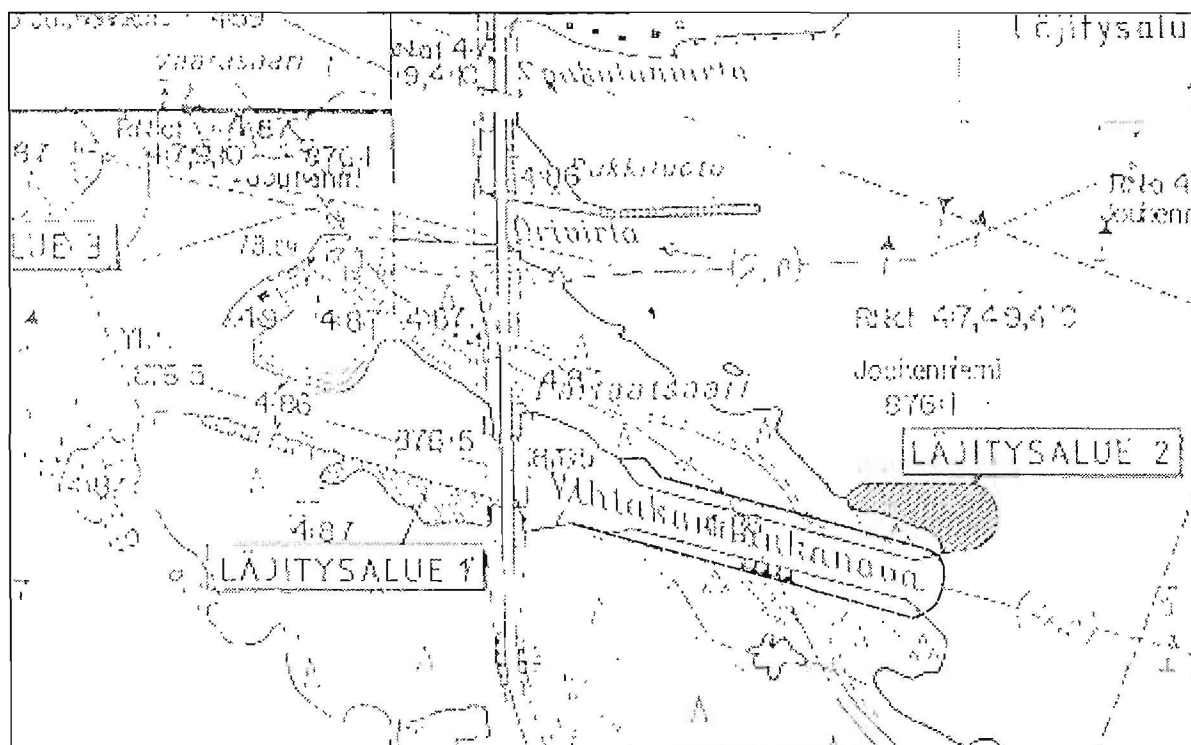
## **2.3 Syväväylästä tehdyt parannustoimenpiteet ja suunnitelmat**

Saimaan syväväylällä suoritetaan vuosittain väylämerkintöjen tarkistuksia. Merkittävin väylän parannushanke on ollut Savonrannalla talvella 1991-1992 tehty Vihtakannan kanavan levitys ja väylävalojen uusiminen. Suunnitteilla on Viipurin tuloväylän syventämishanke 4,8 metristä 5,2 metriin sekä Savonlinnan syväväylän siirtäminen Kyrönsalmesta Laitaatsalmeen. Kyrönsalmessa ja Vihtakannan kanavassa on kummassakin tapahtunut useita onnettomuuksia.

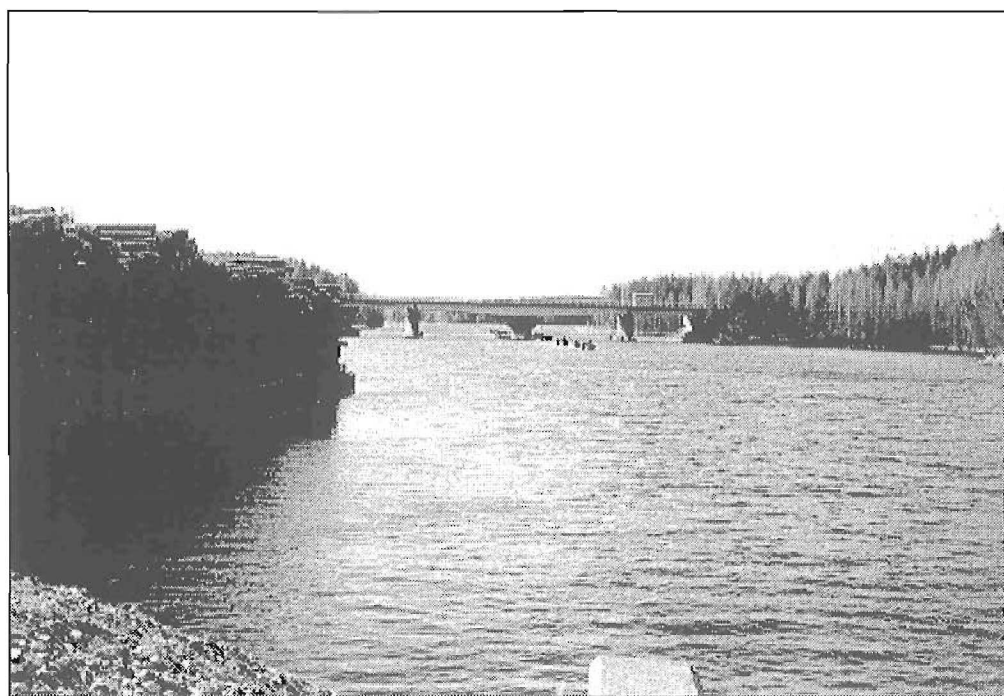
### **2.3.1 Vihtakannan kanavan levitys**

Vihtakannan kanava sijaitsee Joensuuhun kulkevan syväväylän varrella Savonrannalla Pyyveden ja Oriveden välissä. Pääosa vesistä purkautuu kanavan pohjoispuolella sijaitsevan Orivirran kautta ja vain osa tulee kanavan kautta. Virtaa-

man suuruus Pyyjärven alapuolisessa Hanhivirrassa on noin 350 m<sup>3</sup>/s. Vihtakannan kanavan yli menevä tiesillan pilari on sijoitettu keskelle kanavaa, jolloin alukset joutuivat kääntämään alusta juuri ennen silta-aukon läpimenoa. Lisäksi väylän laajennuskohtiin muodostui haitallisia pyörteitä. Näiden seurauksena alukset ovat huonoissa olosuhteissa törmänneet siltapilareihin.



Kuva 2. Vihtakannan kanavan levitys (Merenkulkulaitos).



Kuva 3. Vihtakannan kanava toukokuussa 1999.



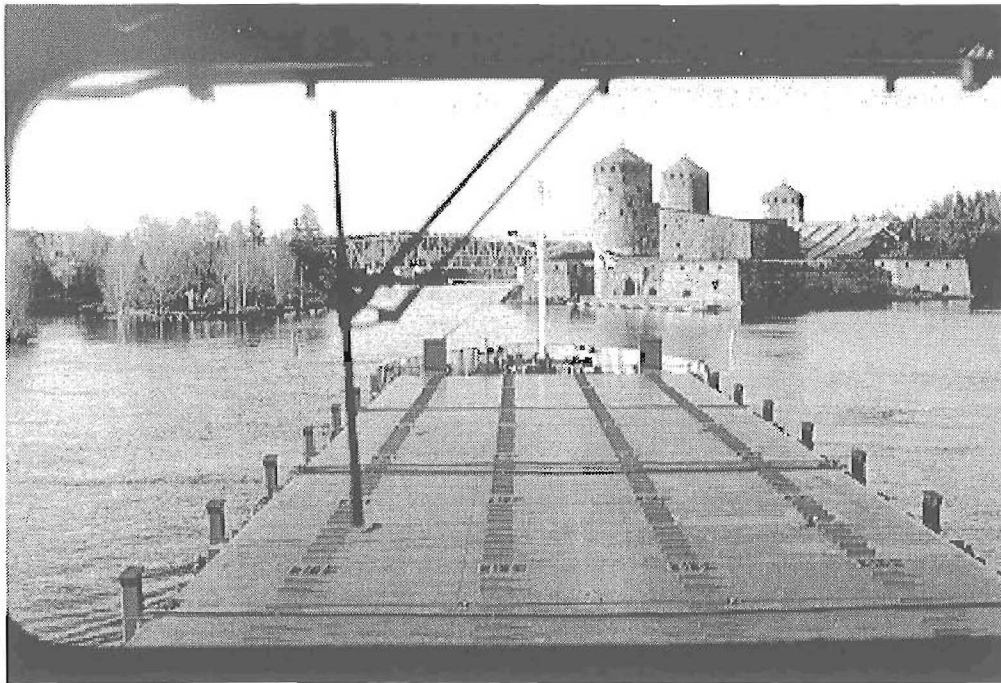
Talven 1991-1992 aikana kanavaa levitettiin 5 metriä (kuvat 2 ja 3) ja siltaukon takana oleva pyörteitä muodostanut laajentuma täytettiin sekä väylän reuna-  
valaistus on muutettu sijoittamalla kanavan reunaan muoviputkiviittoja.

### 2.3.2 Savonlinnan syväväylän siirto

Saimaan syväväylä sijaitsee Savonlinnan kohdalla Kyrönsalmessa, joka on vaikeasti navigoitava voimakkaiden virtausten, matalikkojen aiheuttamien rantavaikutusten, vesistön ylimenevien siltojen ja jyrkän kaarteiden ( $r = 200 \text{ m}$ ) vuoksi. Kyrönsalmessa on nykyisin kolme avattavaa siltaa, jotka ovat alhaaltapäin tultaessa:

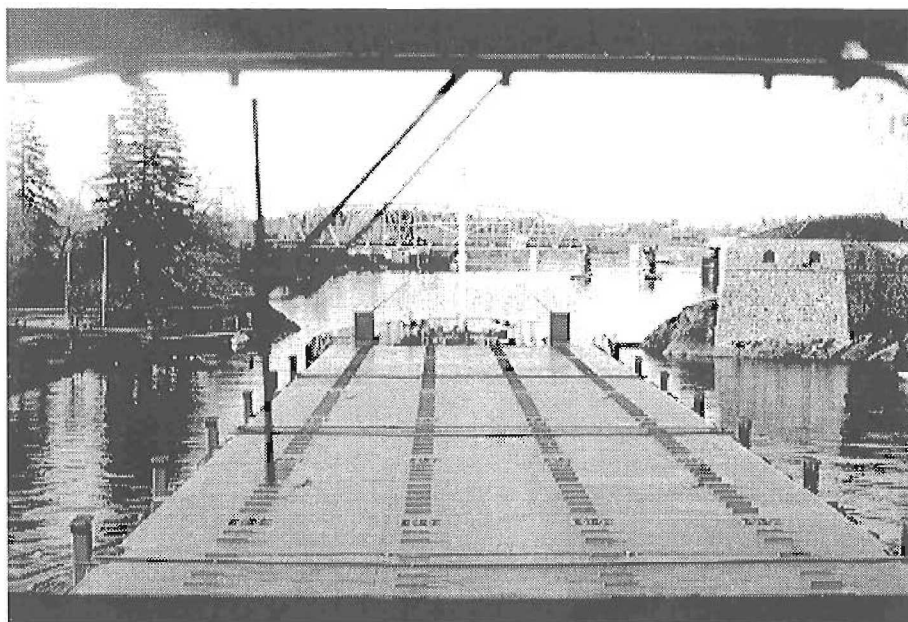
- Olavinlinnaa johtava kääntyvä ponttoonisilta,
- kääntyvä rautatiesilta sekä
- ylösnostettava maantiesilta.

Järvi-Suomen merenkulkupiiri järjesti mahdollisuuden tutustua Kyrönsalmen läpi tapahtuvaan luotsaukseen. Matka suoritettiin 20.5.1999 klo 19.50 Star-aluksella (pituus 82,5 m, leveys 12,62 m ja syväys 4,69 m). Kuvissa 4-9 on esitetty Kyrönsalmen navigointi ylävirtaan komentosillalta nähtynä. Maantiesillan avaamisessa oli vaikeuksia vilkkaan liikenteen vuoksi, vaikka luotsi otti hyvissä ajoin yhteyttä siltavahtiin. Aluksen nopeutta jouduttiin hidastamaan huomattavasti avaamisen viivästyessä. Vaaratilannetta ei päässyt syntymään.

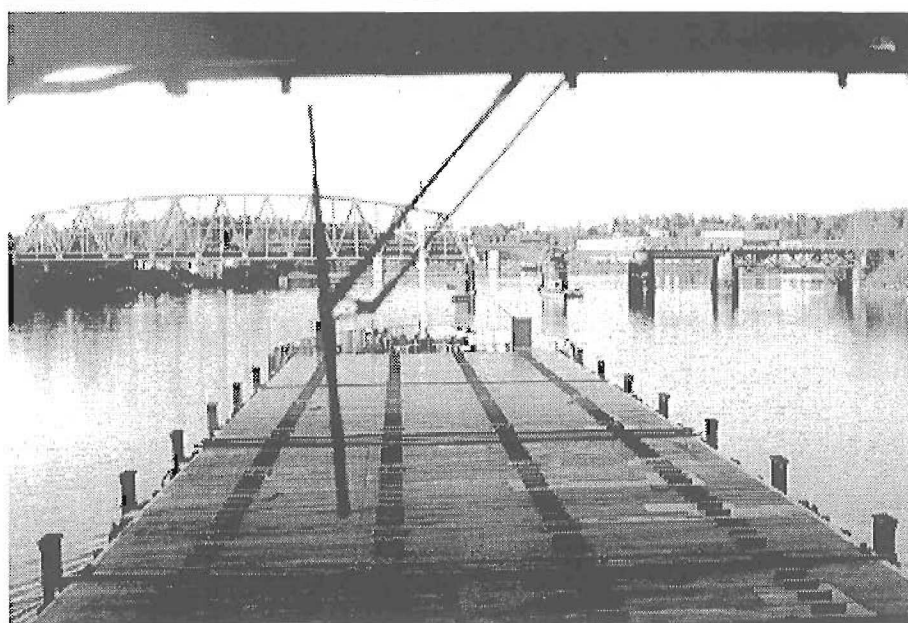


Kuva 4. Alus on kääntynyt kohti Kyrönsalmea. Luotsi on saanut siltavahdeilta varmistukset, että sillat ovat avattuina. Olavinlinnaa johtava ponttoonisilta on käännettynä.

Kuva 5. Alus lähestyy Olavinlinnan ja Tallisaaren välistä kapeikkoa. Aluksen keula osoittaa kohti rautatiesiltaa.

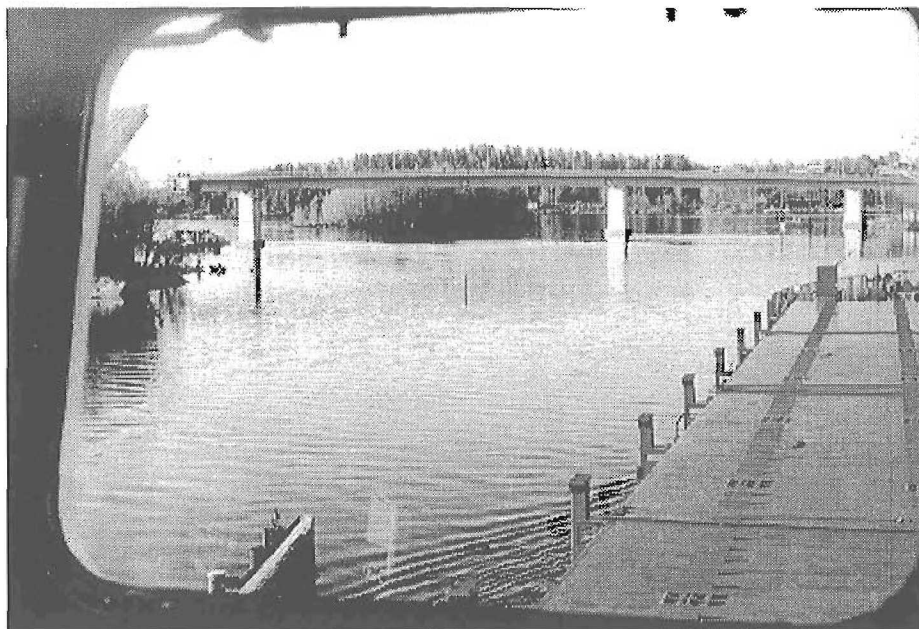


Kuva 6. Alus on ohittanut kapeikon. Luotsi on ottanut huomioon virtauksen ajamalla aluksen linjauksen vasemmalle puolelle. Kääntyvä rautatiesilta on avattuna.

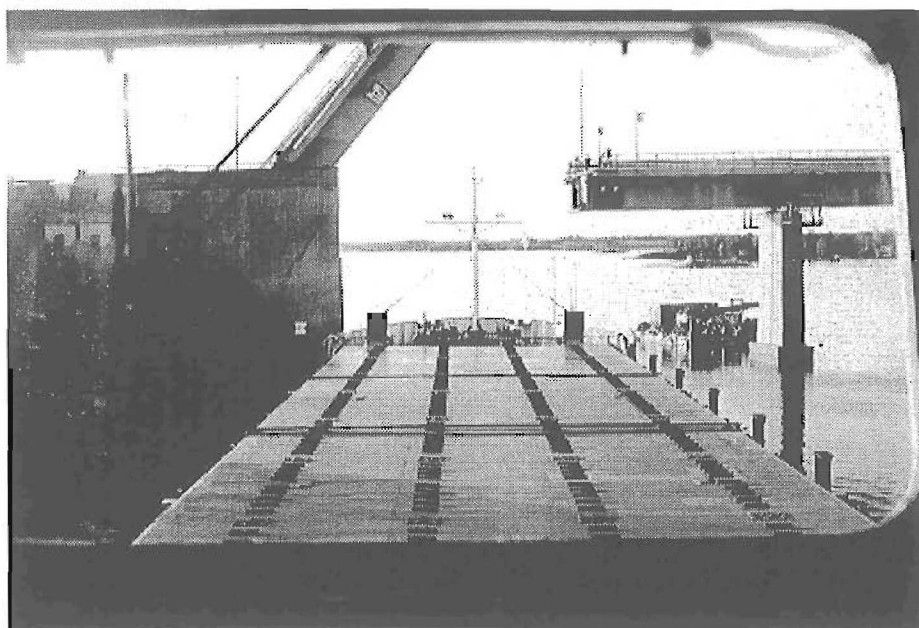


Kuva 7. Alus rautatiesillan aukossa.





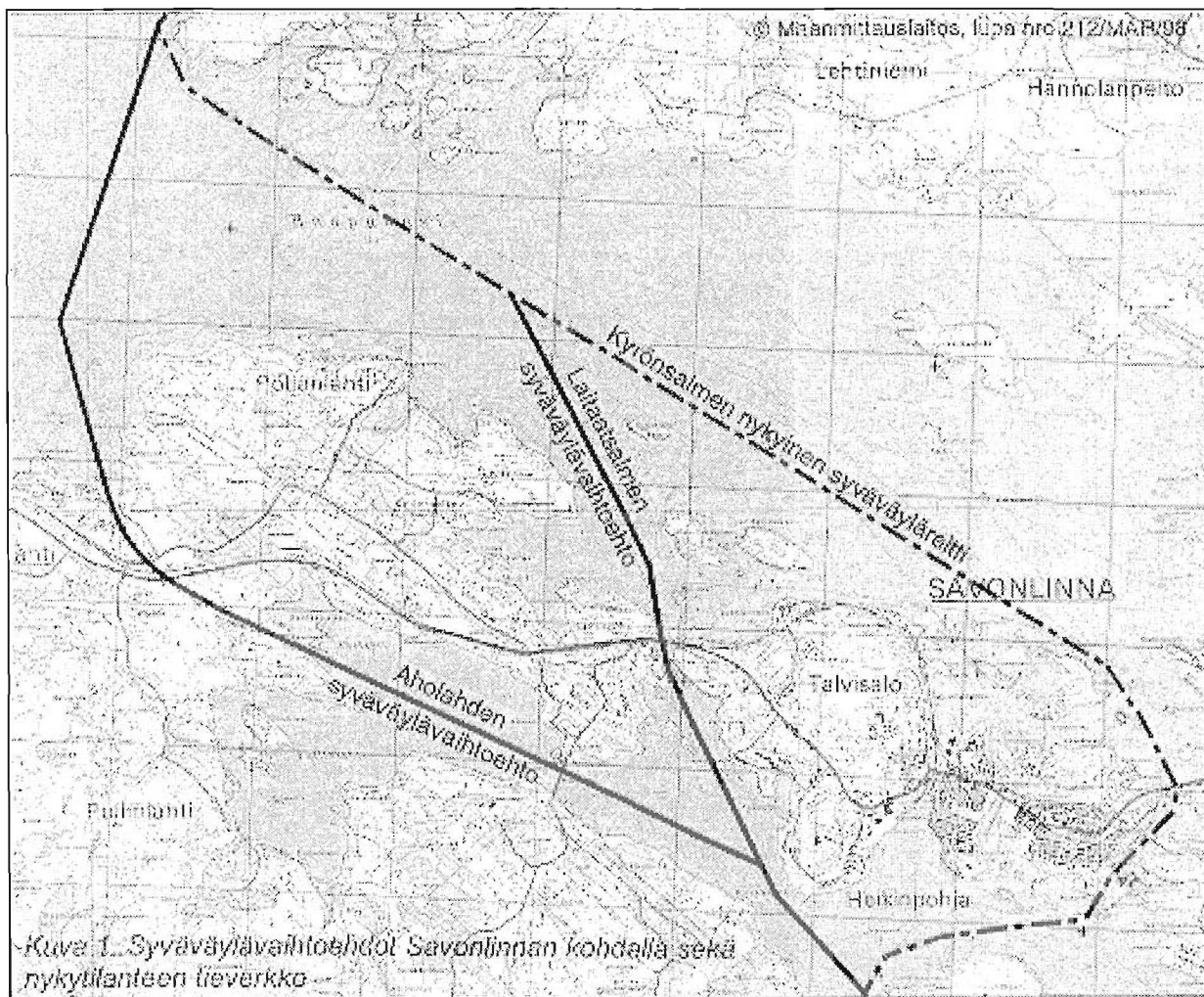
Kuva 8. Rautatiesillan jälkeen on erittäin jyrkkä käänнос ( $r = 200\text{ m}$ ) ja ohjaus kohti maantiesillan aukkoa.



Kuva 9. Alus kääntyy kohti nostettavan maantiesillan aukkoa.

Maantiesillan ylävirranpuolelle on aloitettu vuonna 1998 rakentamaan uutta maantiesiltaa, joka on tarkoitus ottaa käyttöön vuonna 2001. Rakentamisen vuoksi maantiesilta-aukon johteita on jatkettu, jonka seurauksena aukossa alukseen kohdistuvat imuvaikutukset ovat pahentuneet (mm. STAR-aluksen kylki sai kosketuksen 24.5.1999 silta-aukon johteisiin - ei vahinkoa).

Savonlinnan eri liikennemuotoja (tie-, syväväylä- ja rautatieliikenne) koskevaa kokonaisratkaisua on selvitetty 1980-luvulta alkaen. Vuonna 1989 valmistuneessa raportissa esitettiin syväväylän siirtämistä Aholahteen. Merenkululaitos (1998b) on tutkinut syväväylän siirtomahdollisuutta Laitaatsiltaan, joka olisi kustannuksiltaan Aholahden kanavaa halvempi. Laitaatsalmen vaihtoehtojen mahdollinen jatkosuunnittelu edellyttää ympäristövaikutusten arvioinnin (YVA) laatimista, jonka jälkeen lopullinen päätös voidaan tehdä. Lopullisen päätöksen syväväylän sijainnista tekee Liikenneministeriö. Kuvassa 10 on esitetty syväväylän linjausvaihtoehdot Savonlinnan kohdalla.



Kuva 10. Syväväylävaihtoehdot Savonlinnan kohdalla (Merenkulutuslaitos, 1998b).

## 2.4 Vesiliikenne

Alueen vahvin teollisuudenala on metsäteollisuus, ja kuljetussuoritteista valtaosa on metsäteollisuuden tuotteita, selluloosaa, paperia, pahvia ja kartonkia. Lisäksi huomattava osa on kaivannaisteollisuuden ja metalliteollisuuden tuotteilla. Tuonin puolelta tärkeimpiä ovat raakapuu, kivennäispolttoaineet ja mineraalit ja paperin valmistuksen raaka-aineet.

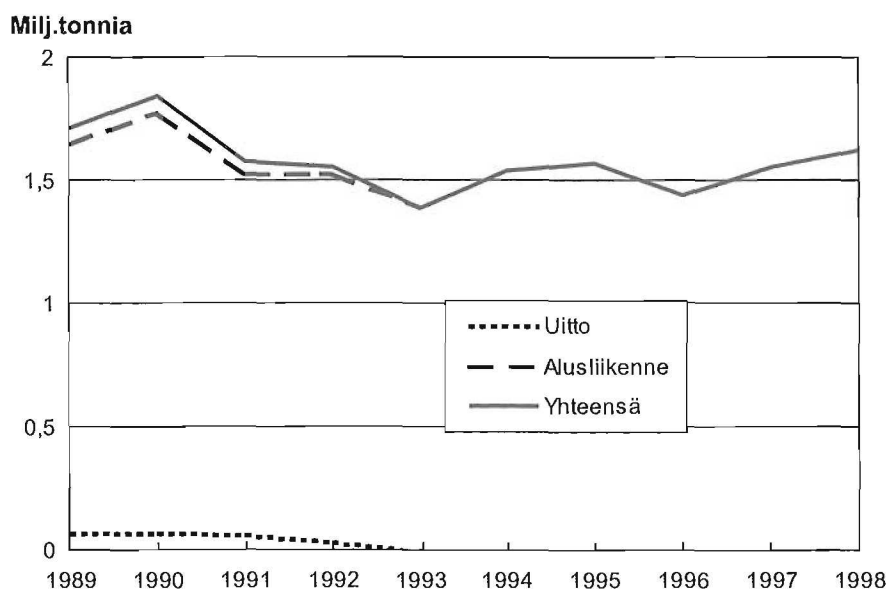
Vuonna 1979 Saimaan kanavan kautta kuljetettu tavaramäärä saavutti miljoonan tonnin rajan, josta uiton osuus oli noin 375 000 tonnia. Alusliikenteen osalta miljoonan tonnin raja saavutettiin vuonna 1981, mutta vasta vuodesta 1983 alkaen alusliikenteen tavaraliikenne on säilynyt yli miljoonassa tonnissa. Vuoden 1992 jälkeen Saimaan kanavan läpi ei ole harjoitettu uittoa. Taulukossa 2 on esitetty vuosien 1982-1998 Saimaan kanavan läpi kulkenut alusliikenteen tavaramäärät tavararyhmittäin sekä Pällin sulun kautta kulkeneet lastialukset. Taulukkoon on myös laskettu keskimääräinen lasti.



Taulukko 2. Saimaan kanavan alusliikenteen tavaramäärät tavararyhmittäin sekä Pällin sulun kautta kulkeneet lastialukset vuosina 1982-1998 (Merenkulkulaitos).

Vuosi	Raakapuu [t]	Metsäteollisuus tuotteet [t]	Nestemäiset polttoaineet [t]	Muut [t]	Yhteensä [t]	Lastialukset Pällin sulun kautta [kpl]	Keskimääräinen lasti [t]
1982	396 271	145 104	79 028	319 414	939 817	1 900	495
1983	528 513	233 790	79 320	334 573	1 176 196	2 275	517
1984	589 825	287 706	54 286	299 842	1 231 659	2 251	547
1985	486 052	347 774	53 827	426 339	1 313 992	2 096	627
1986	547 636	427 905	85 959	368 686	1 430 186	2 281	627
1987	548 228	455 659	67 861	387 578	1 459 326	2 159	676
1988	532 162	639 420	57 564	376 091	1 605 237	2 372	677
1989	521 815	625 003	3 267	494 984	1 645 069	2 229	738
1990	573 193	609 613	9 765	579 040	1 771 611	2 407	736
1991	348 300	724 084	3 780	442 353	1 518 517	1 865	814
1992	377 130	678 717	35 547	428 010	1 519 404	1 622	937
1993	295 835	723 237	-	367 783	1 386 855	1 677	827
1994	237 080	753 236	-	548 502	1 538 818	1 638	939
1995	271 615	748 114	-	549 776	1 569 505	1 704	921
1996	245 947	723 501	-	469 062	1 438 510	1 431	1 005
1997	270 619	740 312	-	544 321	1 555 252	1 496	1 040
1998	322 721	751 083	-	551 048	1 624 852	1 517	1 071

Metsäteollisuuden tuotteiden määrä 1990-luvulla on saavuttanut noin 750 000 tonnin määrän. Saimaan kanavalla ei ole kuljetettu nestemäisiä polttoaineita vuoden 1992 jälkeen. Kuljetuksiin on vaikuttanut lainsäädäntö, joka kieltää Suomen sisävesialueilla raskaan polttoöljyn kuljetuksen öljysäiliöaluksen lastisäiliöissä (Asetus aluksista aiheutuvan vesien pilaantumisen ehkäisemisestä). Saimaan kanavan läpi kulkeneiden lastialusten määrä on vähentynyt. Toisaalta laskennallinen keskimääräinen lasti on kasvanut tasaisesti. Tämä johtuu Saimaalla liikennöivien alusten koon kasvamisesta sekä tavaravirtojen tehostuneesta käytöstä. Kuvassa 11 on esitetty Saimaan kanavan läpi kulkenut tavaraliikenne vuosina 1989-1998.



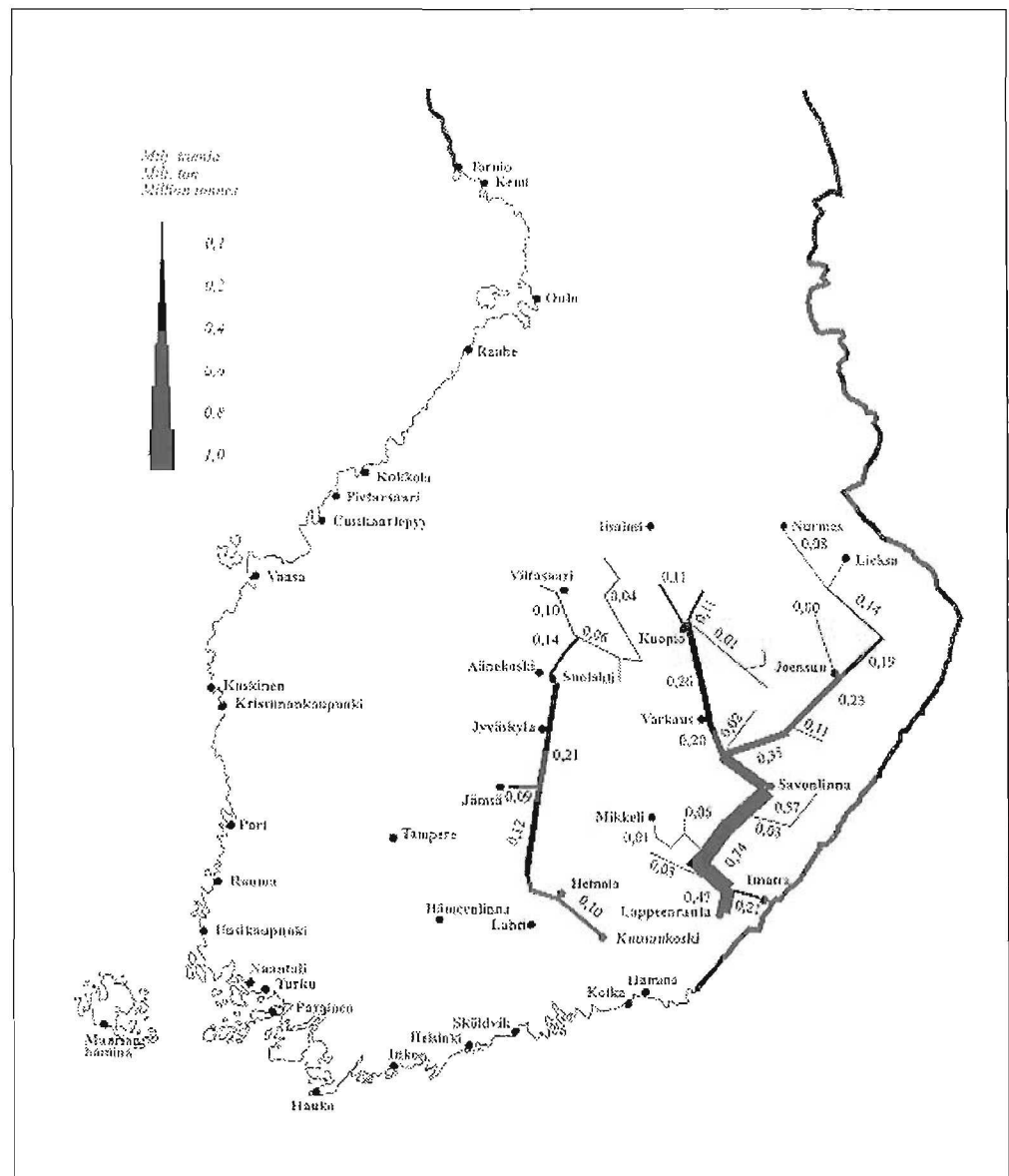
Kuva 11. Saimaan kanavan läpi kulkenut tavaraliikenne (Merenkulkulaitos, 1999).

Raakapuun uittoa harjoitetaan Saimaan sisäisessä liikenteessä. Uiton määrä on vähentynyt viimeisten kymmenen vuoden aikana viidestä miljoonasta tonnista alle puoleentoista miljoonaan tonniin. Uiton vähenemiseen ovat vaikuttaneet mm. irtouiton loppuminen sekä proomukuljetusten lisääntyminen. Raakapuun uiton jakaantuminen Saimaalla on esitetty kuvassa 12.

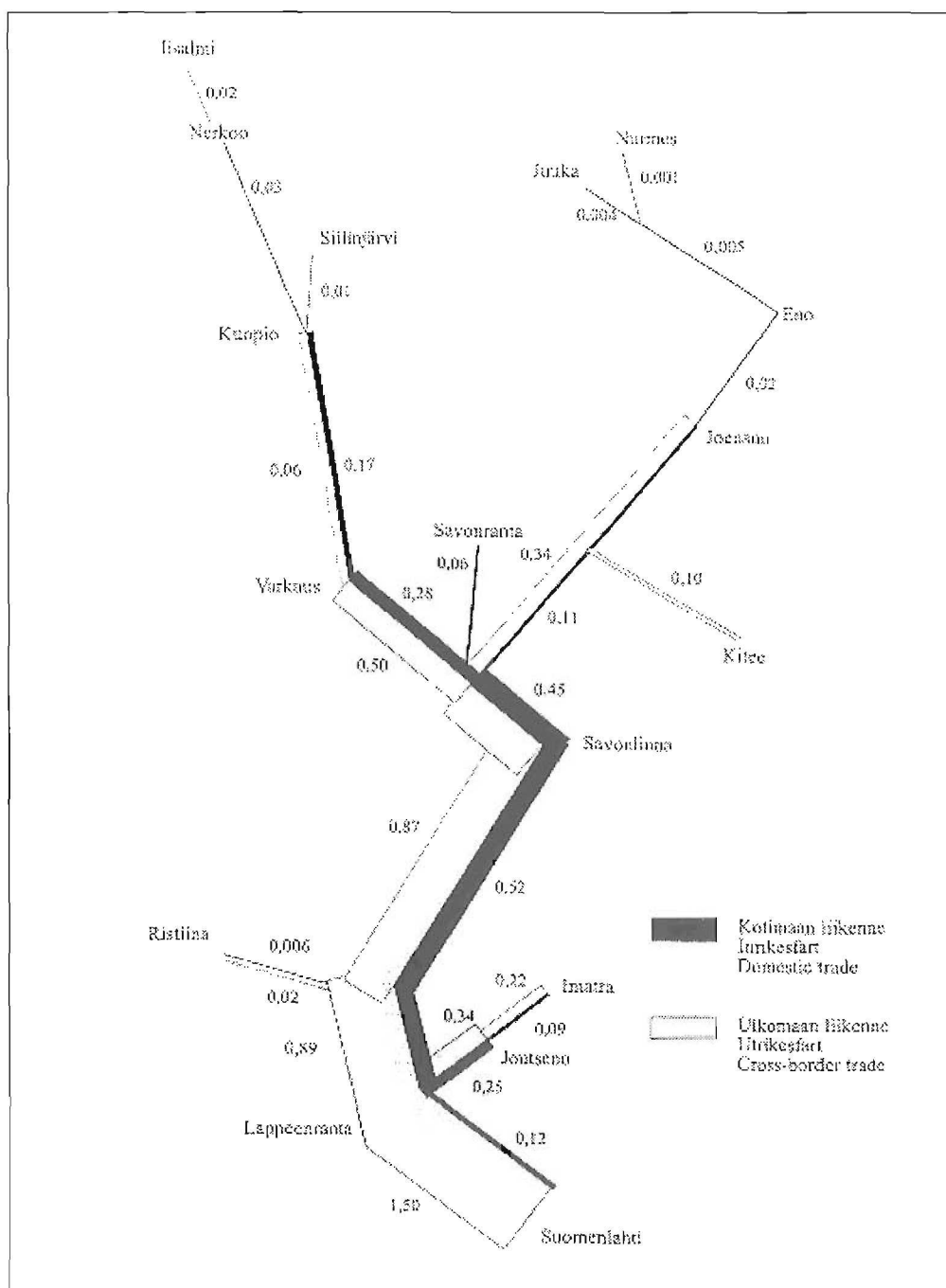
Aluskuljetusten jakaantuminen vuonna 1998 Saimaan syväväylän satamien välillä on esitetty kuvassa 13.

Vuonna 1998 Saimaan kanavan henkilöliikenteessä kuljetettiin yhteensä 90 949 matkustajaa, missä oli 11% nousua vuoteen 1997 verrattuna. Saimaan kanavan henkilöliikenne oli 1980-luvulla pitkään laskussa, mutta alkoi vilkastua vuosikymmenen loppupuolella. Erityisen voimakas kasvu on ollut vuodesta 1994 lähtien.

Vuoksen vesistöalueella henkilöliikenteen määrä oli yhteensä 163 469 matkustajaa, josta Kuopion osuus oli 43 234 matkustajaa, Lappeenrannan 35 174 matkustajaa, Pielisen alueen 15 643 matkustajaa ja Savonlinnan 24 208 matkustajaa.



Kuva 12. Raakapuun uitto (Merenkululaitos, 1999).



Kuva 13. Saimaan aluskuljetukset (milj. tonnia) vuonna 1998 (Merenkululaitos, 1998).

## 2.5 Luonnonolosuhteet syväväylästä varrella

### 2.5.1 Yleistä

Kuljetusten ympäristöriskien arvioimiseksi on seuraavassa arvioitu Saimaan syväväylän varrella olevia herkkiä alueita ja erityissuojelukohteita. Pääpaino tarkastelussa on ollut luonnonsuojelualueiden sijoittuminen Saimaan syväväylän varrelle, Natura-alueiden sijainti ja tärkeimpien pohjavesialueiden ja vedenottamoiden sijainti.

Tarkastelun pohjoisrajana on syväväylän satamat Siilinjärvi, Joensuu ja Puhos. Saimaan alueen pitkän rantaviivan (42 000 km) vuoksi ei tässä tarkastelussa ole lähdetty tarkastelemaan eri rantatyyppien esiintymistä tai esiintymistiheyttä vaan on keskitytty esittämään ympäristövahingon kannalta huomioon otettavia kohtia. Tässä tarkastelussa ei myöskään ole otettu huomioon mahdollisten tulevaisuuden väylärakenusskenaarioiden toteutumista. Mainittakoon kuitenkin, että esimerkiksi Punkaharjun kautta kulkevan syväväylän toteutuminen merkitsisi alusliikenteen kulkua Pihlajaveden läpi, jolloin jouduttaisiin ottamaan voimakkaammin kantaa mm. Saimaan norpan elinpiiriin ja aluskuljetusten riskien arvioimiseen uudelleen. Pihlajavesi muodostaa tällä hetkellä Haukiveden kanssa norpan elinpiirin pääalueet, joista Pihlajaveden tämän hetkinen sijainti syväväylän ulkopuolella antaa eräänlaista turvamarginaalia mahdollisen vesistön joutuneen öljy- tai kemikaaliopäästön torjunnassa.

## 2.5.2 Natura-alueet

Tietyn kokonaisuuden Saimaan alueen herkkien ja ympäristönsuojelun kannalta tärkeiden alueiden kannalta muodostavat Linnansaaren ja Koloveden kansallispuistot sekä NATURA 2000 -verkoston kohteet. Liitteessä 1 on esitetty Natura alueiden sijainti Saimaan vesistöalueella. Valtaosa Etelä-Saimaan alueella olevasta syväväylä osuudesta on sijoitettu kuuluvaksi Natura 2000 -verkostoon. Alusliikenteen kannalta erityisasemaan nousee kanavalta pohjoiseen päin kuljettaessa Taipalsaarella sijaitseva Ilkonselkä, Puumalan ympäristö, Katosselkä - Tolvanselkä, Pihlajavesi ja Varkauteen edelleen kuljettaessa Haukivesi.

Natura-kohteista Lietvesi on luokiteltu Saimaan norpan kannalta tärkeäksi elinalueeksi. Norppayhdyskunnan suuruudeksi on arvioitu 18 - 26 norppaa (9 % kannasta) v. 1998 tietojen perusteella, mikä kuvaa mainitun eläinlajin haavoittuvuutta vakavan ympäristövahingon sattuessa. Kalaston erityispiirteistä mainitaan mm. harjuksen (*Thymallus thymallus*) kutupaikat. Myös Katosselkä - Tolvanselkä on luokiteltu Norppa-alueeksi, ja alueen kannan vahvuus on Lietveden luokkaa. Katosselkä - Tolvanselkä on öljy- ja kemikaaliopäästön torjunnan kannalta hankalampi kuin Lietvesi, sillä alueen vesistöalueiden suuntautuneisuus ja kapeus aiheuttavat paikallisesti suuria virtaamia. Mainitut suuret virtaamat kapeikoissa ovat myös aluksen ohjailumielessä riskitekijöitä.

Pääosa norppakannasta asustee Pihlajavedessä ja Haukivedessä, joista Haukivedessä sijaitseva Linnansaaren Natura-alue on Saimaan syväväylän välittömässä vaikutuspiirissä. Linnansaaren 3 600 ha suuruinen kansallispuistoksi nostaa sen painoarvoa torjuntamielessä. Koloveden kansallispuiston laajuus on noin 2 300 ha.

Maantie- ja rautatiekuljetusten suhteen voidaan todeta, että erityisen riskialttiita alueita ovat sillat ja vesistön rantaviivaa seuraavat pengerretyt osuudet suurten teollisuuskeskusten lähellä ja alueen valtateiden varsilla. Torjuntatöiden kannalta eräänlaisessa avainasemassa ovat sellaiset vesistöalueen lähellä tapahtuvat maa- tai rautatieonnettomuuden, jossa vesistöön päässyt kemikaali- tai öljypäästö pääsee nopeasti etenemään laajemmalle alueelle. Salmet ja virtapaikat välittömästi siltojen ja rantapenkereiden läheisyydessä edistävät vesistöön päässeen haitta-aineen leviämistä. Punkaharjun ja Savonlinnan kautta kulkevan valtatie 14:n kauniit rantamaisemat ovat myös mahdollisen maantie- tai rautatieonnettomuuden kannalta riskialttiimpia. Vastaavia ovat vesistön ylitykset esimerkiksi Puumalassa, lossisalmet Kietävälässä ja Vekarassa (Partalansaaren läheisyydessä), Sulka-va, Vehkalahti, Savonranta ja Varkaus.

Punkaharju on myös harjijensuojeluohjelman keskeisin alue, josta suojelun piiriin kuuluu maa-aluetta 209 hehtaaria. Rokansaaren 150 hehtaarin harjialue sisältyy myös Lietveden rantojensuojeluohjelmaan. Saimaalla kuuluu rantojensuojeluohjelman piiriin yli 16 000 hehtaaria (Kuusisto, 1999).

Pohjois-Savon ympäristökeskuksen alueella oleva syväväyläosuus kulkee Leppävirran pohjoispuolella olevan Koiruksen ja Sotkanselän luonnonsuojelualueiden vierestä. Kuopion ja Vehmersalmen kunnan alueilla Kallavedellä syväväylä kulkee Natura 2000-verkostoon esitetyn Keski-Kallaveden saariston läpi. Kyseisellä Natura 2000-alueella sijaitsee jo nyt luonnonsuojelulain nojalla rauhoitettuja tai rauhoitettavaksi tarkoitettuja saaria ja luotoja.

Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen alueella ovat tärkeimmät suojelualueet syväväylän varrella on esitetty kuvassa 14. Syväväylän vaikutuspiirissä on Sotkanselällä kaksi merkittävää lintualueutta sekä Koiruksen Lokkiluodot.

### **2.5.3 Pohjavesialueet ja eräät erityiskohteet**

Saimaan alueella sijaitsee useita vedenhankinnan kannalta tärkeitä pohjavesialueita ja pintavedenottamoita, joiden sijainti on lähellä syväväylää tai maantie- ja rautatiekuljetusten varrella. Liitteessä 2 on esitetty vuoden Saimaan alueen tärkeimpien pohjavesialueiden sijainti vuonna 2001. Seuraavassa on tarkasteltu yksityiskohtaisemmin eräitä syväväylän ja maantie/rautatielinjausten varrella olevia kohteita nykytilanteen valossa.

Etelä-Saimaan alueella sijaitsee vedenottamoita erityisesti Lappeenrannassa, Joutsenossa ja Imatralla. Lappeenrannan kaupungin vedenottamo on Huhtiniemessä, jossa sijaitsevaan tekopohjavedenottamoon hankittava raakavesi otetaan Suninselältä. Lappeenrannan teollisuuslaitokset (Chymos, Metsä-Timber, Lämpövoima, UPM Kymmene) ottavat merkittäviä määriä raakavettä. Esimerkiksi UPM Kymmenen Höytiöstä ottama päivittäinen jäähdytys- ja prosessiveden määrä on noin 227 000 m<sup>3</sup>.

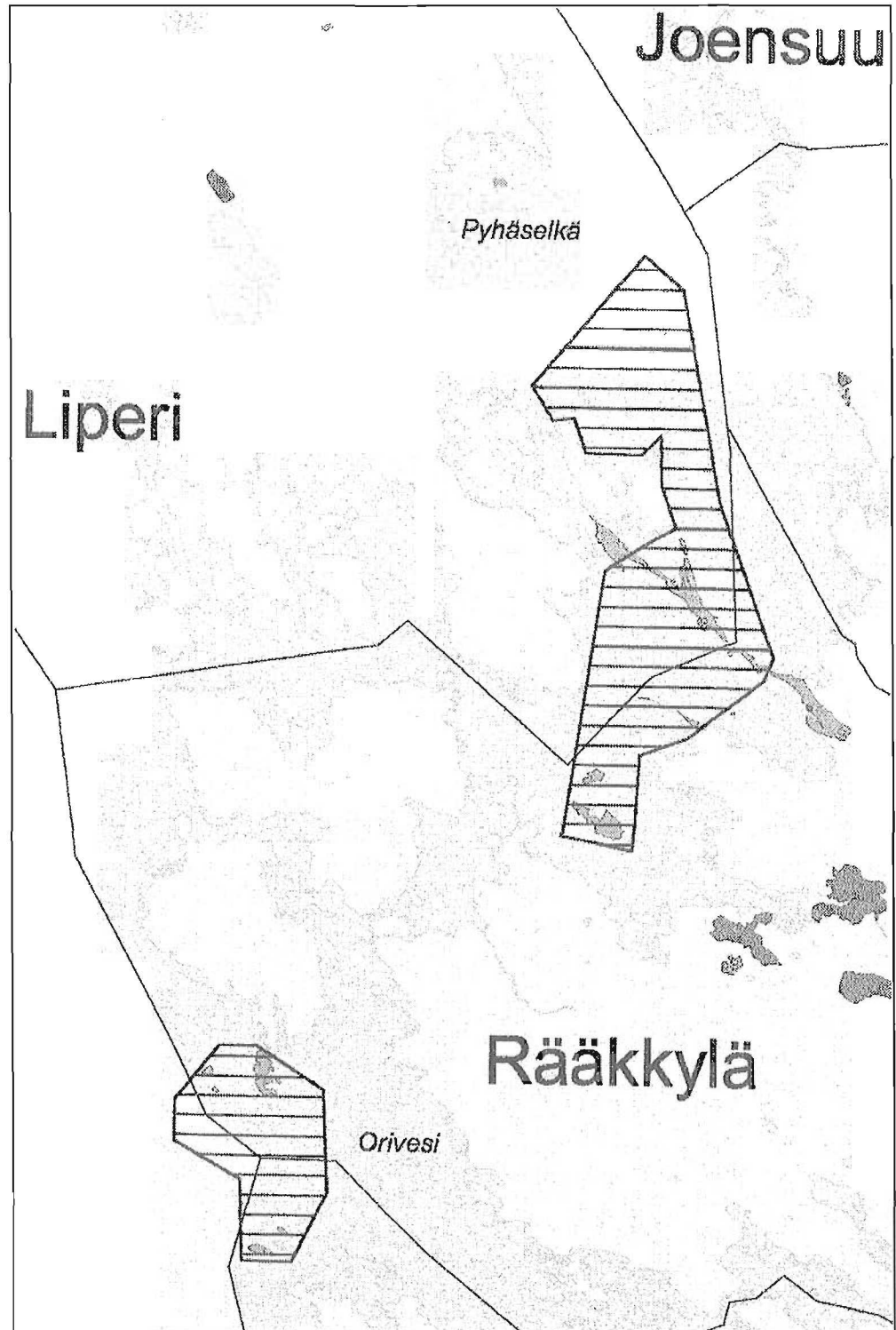
Joutsenossa merkittävimmät vedentarvitsijat ovat Finnish Chemicals, Metsä-Botnia, Joutseno Pulp, Enso-Timber ja Honkalahden Saha. Imatralla Stora Enso/Kaukopään tehtaat (256 000 m<sup>3</sup>/vrk), Stora Enso/Täinönkosken tehtaat (177 000 m<sup>3</sup>/vrk) ja Imatra Steel Oy (50 000 m<sup>3</sup>/vrk). Kaksi viimeksi mainittua ottavat raakaveden Vuoksesta.

Savonlinnan kunnan pohjavesialueista sijaitsee kaksi pohjavedenhankintaan soveltuvaa aluetta, Varpaniemi ja Seurasaaari vesistöalueella. Suurin osa pohjavesialueista sijoittuu Haapaveden koillispuoliselle maa-alueelle, eikä tämän alueen läpi myöskään kulje vaarallisia maantie- tai rautatiekuljetuksia. Savonlinnan kaupungin pintavedenottamo Haapavedessä, Kyrönsalmen yläpuolella on torjuntatoimien kannalta priorisoitu. Pihlajaveden alueella sijaitsee joukko teollisuuden öljyvarastoja, joista huomattavimmat ovat Suur-Savon Sähkön noin 1 000 m<sup>3</sup>, Enson 200 m<sup>3</sup>, Savonlinnan keskussairaalan 1 000 m<sup>3</sup> varastot ja Haapaveden vaikutusalueella oleva Esso Harvistolan 90 m<sup>3</sup> öljysäiliöt (Etelä-Savon ympäristökeskus).

Sulkavan kunnan alueella Vekarassa sijaitsee kalanviljelylaitos.

Ristiinassa sijaitsee Kissalahden varavedenottamo lähellä Pelloksen teollisuusaluetta. Schauman Wood Oy:n varastoalueella sijaitsee 400 m<sup>3</sup> öljyvarasto. Mahdollisen alusvahingon lisäksi valtatie 13 ja 15 muodostavat lisäriskin Saimaan vesistöön.

Punkaharjun harjualue on kaikenkaikkiaan merkittävää pohjaveden muodostumisaluetta ja vaara pohjaveden pilaantumisesta maantie- ja rautatiekuljetuksen onnettomustilanteissa on mahdollisesti merkittävin tällä Saimaan alueella. Finnforest Oy:n noin 1 000 m<sup>3</sup> öljyvarasto on merkittävin yksittäinen teollisuuslaitoksen muodostama riskitekijä alueella.



Kuva 14. Pohjois-Karjalan ympäristökeskuksen toimialueella olevan syväväyläosuuden Natura 2000-verkoston rantojensuojelukohde (Pohjois-Karjalan ympäristökeskus, 1997).



Heinäveden kunnan alueella merkittävin pohjavesikohde on Kermanjärven pintavedenottamo. Aluetta sivuaa Heinäveden reitti (Savonlinna - Kuopio). Erityinen maakuljetusten riskikohta on valtatie 23:n ja Heinäveden risteyskohta Karvi-  
ossa.

Puumalan kunnan alueella merkittävin pohjavesialue on Kitulanniemen pintavedenottamo. Vaikka alueella on luokiteltu useita tärkeitä pohjavesialueita ja vedenhankintaan soveltuvia pohjavesialueita ei niiden riski alusliikenteen suhteen ole niin suuri kuin Kitulanniemen vedenottamolle (huom. myös Kotkasaaren pintavedenottamo). Puumalassa sijaitsee myös kalankasvattamo (Puumalan Lohi Oy).

Kuopion Itkonniemen pintavedenottamo on myös onnettomuusskenaarioita ajatellen priorisoitu alue.

## 3.1 Johdanto

Alusliikenteen riski voidaan yhdistää onnettomuuksien lukumäärään (toistuvuuteen, tiheyteen) ja niiden seurauksiin. Onnettomuuden seurauksena saattaa olla ihmishenkien tai omaisuuden menetys. Onnettomuuden riskin suuruutta voidaan arvioida myös esim. puhdistus- tai öljyntorjuntakustannusten perusteella. Luontoon ja ympäristöön liittyvien arvojen kuten maiseman, kasvillisuuden ja eläimistön huomioon ottaminen taloudellisessa riskitarkastelussa on vaikeaa.

Edellä olevan perusteella alusliikenteen riski voidaan laskea

$$\text{Riski} = f * M \quad (1)$$

missä  $f$  onnettomuustiheys ja  
 $M$  onnettomuuden vaikutus, esim. taloudellinen menetys.

Alusliikenteen riskiä voidaan pienentää laivan ja väylän suunnittelulla sekä alusta ohjailevan henkilöstön koulutuksella ja nykyaikaisten alusliikenteen ohjausjärjestelmien avulla. Onnettomuuden vaikutusta ympäristöön voidaan pienentää esim. aluksen kaksoispohjalla. Väylän mitoitus (leveys, syvyys, kaarteet, jne) ja merkintä tehdään siten, että alusliikenne voidaan suorittaa riittävän turvallisesti.

Onnettomuustiheys,  $f$ , voidaan esittää todennäköisyytenä esim.  $x$  kpl onnettomuutta/liikennenoitintamäärä. Onnettomuudet voidaan jakaa esim. (PIANC, 1997)

- Yhteentörmäys (collision). Alukset joutuvat toistensa kanssa kosketuksiin,
- Karilleajo (grounding). Alus joutuu pohjakosketukseen,
- Maihin ajautuminen (stranding). Alus joutuu pohjakosketukseen siten, että se jää kuiville,
- Törmäys kiinteään kappaleeseen (impact) esim. laituri,
- Törmäys kelluvaan kappaleeseen (striking).

Muita **vahinkotapahtuman mukaisia merenkulunriskejä** ovat mereenheitto- ja -huuhtoutuminen, tulipalo, räjähdys ja konevika. **Ympäristöriskejä** aiheuttavat mm. vaarallisten aineiden kuljetukset ja öljyvahingot. Erityisriski voi olla aluksen vaurioitumisesta aiheutuva toiminnan keskeytyminen. **Muutosriskejä** aiheuttavat sosiaalinen, poliittinen ja teknillinen kehitys sekä muutokset arvostuksissa (Dannenberg, 1989). Kuljetusvahingoista 15 - 20 % on haverivahinkoja, jossa kuljetusväline joutuu haveriin ja sen seurauksena tuote vahingoittuu. Riskienhallinnan ja vahinkojen ennaltaehkäisyn tarkoitus on pienentää riskejä ja siten parantaa kannattavuutta.

Alusten onnettomuusriskiä voidaan arvioida joko käyttämällä tarkastelukohteen väylästä liikenne-, onnettomuus- ym. tilastoja tai käyttämällä vastaavanlaisen vertailuväylästä tilastoja. Jälkimmäisessä tapauksessa arvioidaan esim. väylästä parannustoimenpiteiden vaikutusta turvallisuuteen.

## 3.2 Alusten polttoaineen ja lastin ominaisuudet ja ympäristövaara

### 3.2.1 Alusten polttoainejärjestelmä

Alusten polttoainetankeissa on raskasta tai kevyttä polttoöljyä, diesel-öljyä. Tyypillisesti aluksen koosta riippuen polttoainetta voi olla kymmenistä tonneista aina tuhansiin tonneihin saakka. Aluksen polttoainetankit sijaitsevat pohjalla, aluksen kaksoispohjarakenteissa. Kaksoispohjarakenteissa sijaitsevat myös aluksen painolasti- eli ballastitankit. Polttoainetankit ovat yleensä sijoitettu keskeemmälle alustalta, ja taaemmaksi konehuoneen lähelle. Joissakin tapauksissa aluksissa on myös polttoainetta pidetty keulassa, jopa keulabulbissa.

Tavallisimmin aluksen polttoainejärjestelmä koostuu pohjalla olevista raskaspolttoöljy- tai kevytpolttoöljytankeista, joista öljy pumpataan konehuoneen jommassa kummassa päässä oleviin settling-tankkeihin. Settling-tankeissa öljystä eroaa (painovoimaisesti) suurimmat epäpuhtaudet, jotka johdetaan erityisiin jäteöljytankkeihin (sludge-tanks). Aiemmin oli hyvin tavallista, että alukset tyhjänsivät sludge-tankit mereen purjehtiessaan avomerellä.

Settling-tankeista öljy esilämmitettynä johdetaan separaattoreiden kautta nk. päivätankkeihin, jonka koko tyypillisesti on nimensä mukainen, eli se vastaa aluksen polttoainetarvetta noin vuorokaudeksi. Alusten polttoainetarve vuorokaudessa on aluksen koosta ja propulsiojärjestelmästä riippuen tavallisimmin luokkaa 5 - 20 m<sup>3</sup>. Tästä polttoaine johdetaan käytetystä polttonesteestä riippuen esilämmitettynä koneeseen. Separaattoreiden jäteöljy johdetaan edellä mainittuihin sludge-tankkeihin. Kuvassa 15 on esitetty kaaviokuva tyypillisestä 1960-70 lukujen taitteessa rakennetusta rannikkoliikenteen kuivarahtialuksesta, pituus 77 m, leveys, 12,2 m ja syväys 6,5 m. Ko. aluksessa olevien polttoainetankkien tilavuudet ovat kerrottu taulukossa 3.

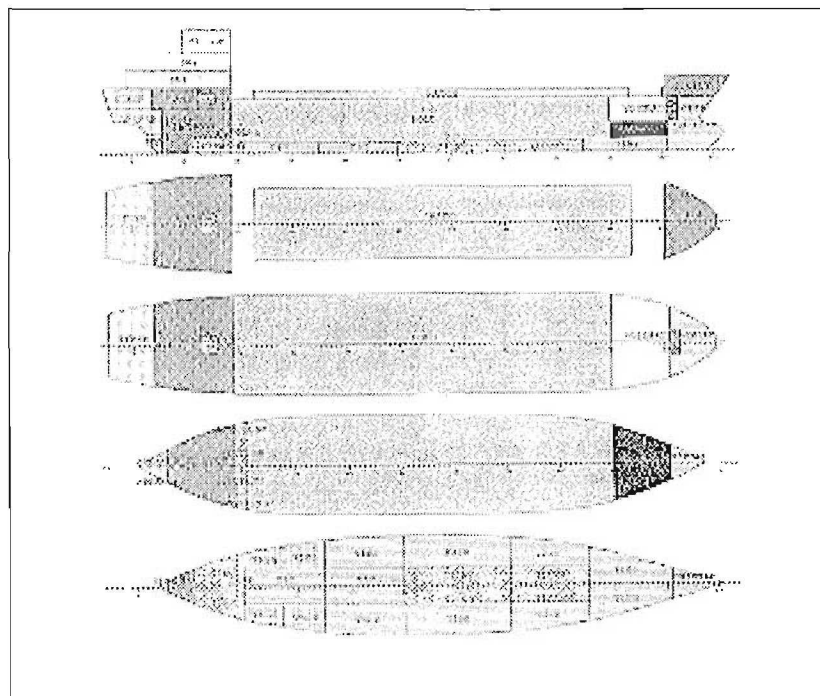
Liitteissä 3 - 7 on lisäksi esitetty 1970-80 lukujen taitteessa rakennetun, 135 m pitkän, 22,3 m leveän ja syvyydeltään 4,55 m RoRo-aluksen polttoainejärjestelmäkaviot. Aluksen polttoainesäiliöiden tilavuus on:

- pääpolttoainetankki 560 m<sup>3</sup>,
- settling tankki 80 m<sup>3</sup>,
- päivätankit 20 m<sup>3</sup>.

Lisäksi on erilaisia makeavesi- (340 m<sup>3</sup>), voiteluöljy- (30 m<sup>3</sup>), öljyn ylivuoto- (30 m<sup>3</sup>), dieselöljy- (70 m<sup>3</sup>), sludge- (40 m<sup>3</sup>), voiteluöljyn virtaus- (40 m<sup>3</sup>), pilssivesi- (20 m<sup>3</sup>) ja ballastitankkeja (1 080 m<sup>3</sup>). Kaiken kaikkiaan keskikokoisessakin aluksessa voi olla useita tankkeja, jotka sisältävät kaikki huomattavia määriä öljytuotteita. Edellä mainitun kokoisia aluksia ei Saimaalle nykyisen sulkukoon vuoksi pääse, mutta suunnitelmassa on väläytelty uuden sukupolven kanava- ja sulkumitoitusta 130 - 140 m pituisille aluksille.

Taulukko 3. Esimerkki 77 m pituisen aluksen polttoainetankkien tilavuudesta/kapasiteetista.

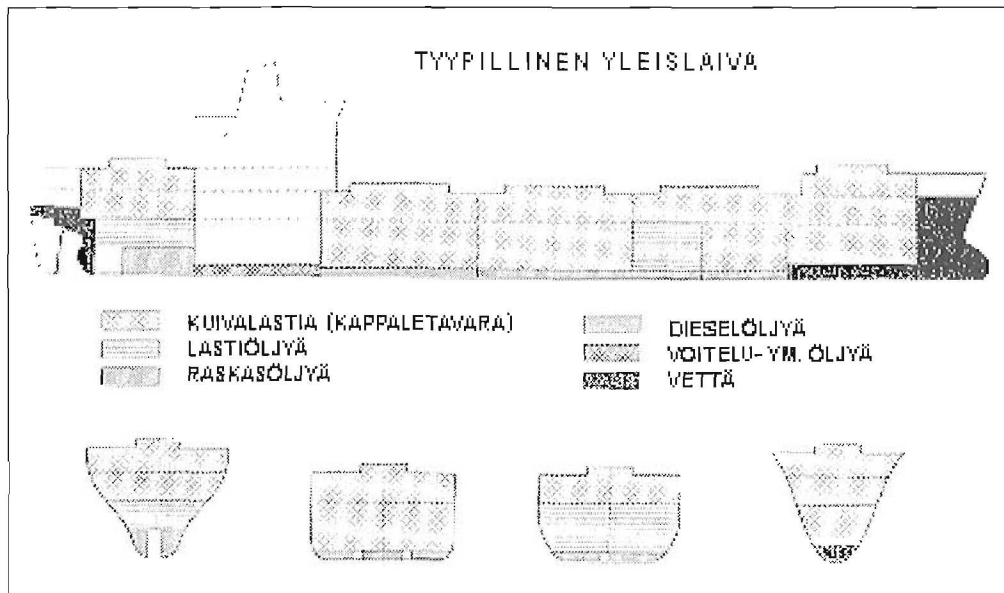
Tankkityyppi	Tilavuus [ m <sup>3</sup> ]	Kapasiteetti [tonnia]
tankki 1	49,56	41,1
tankki 2	64,82	53,2
tankki 3	49,30	40,9
settling tankki	9,60	8,0
huoltotankki	3,10	2,6



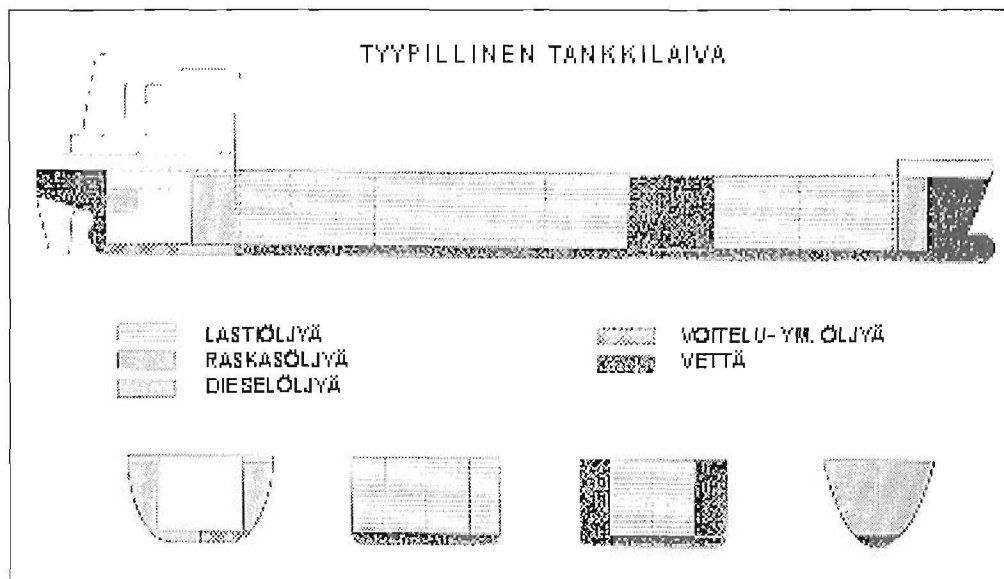
Kuva 15. Pienen rannikkorahtilaivan tila- ja lastijärjestelyt (Lehtonen, 1989).

Alusten polttoainetankkien sijoituksesta voidaan eri alustyyppien suhteen todeta mm. seuraavia yleispiirteitä:

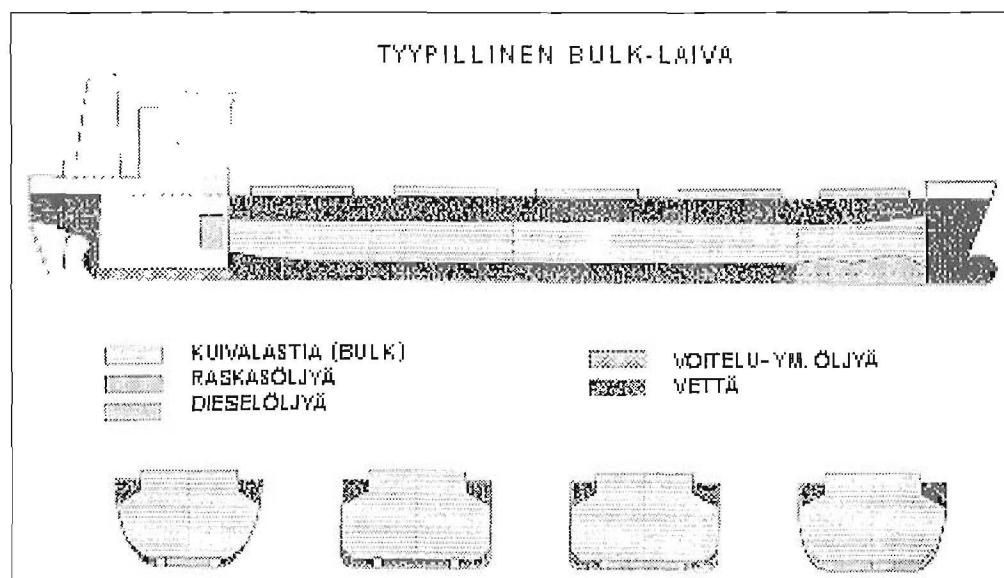
- kuivalastialuksessa, kuva 16, konehuone sekä kansirakennus sijaitsevat yleensä aluksen perässä. Joissakin aluksissa on erillisiä nestemäisen lastin kuljetukseen sopivia tiloja, mutta aluksen oma polttoaine on yleensä varastoitu kaksoispohjarakenteeseen. Sopet sekä kaksoispohjan keulaosa on yleensä tarkoitettu ballastille. Konehuoneen lähellä on sekalaisia voiteluaine-, jäteöljy- ja ylivuototankkeja (Lehtonen, 1989). Laivan ollessa lastattuna on lähes mahdotonta päästä käsiksi varastotankkeihin;
- tankkialuksen järjestelykaavio on esitetty kuvassa 17. Tuotetankkialusten kaavio on periaatteessa samanlainen, mutta laipioita on yleensä enemmän ja tankkikoko vastaavasti pienempi. Kaksoispohja konehuoneen alueella sisältää edellä kuvatun tapaan erilaisia öljytankkeja. Polttoaineen varastotankit on yleensä aluksen keulaosassa, seulasopen ja lastialueen väliin, ja konehuoneen keulaosaan. Tyypiltään ne ovat yleensä nk. syvätankkeja ulottuen aluksen laitaan saakka, sijaiten kuitenkin kaksoispohjarunkoisessa aluksessa kaksoispohjan yläpuolella. Manittakoon tässä yhteydessä, ettei Saimaalla saa kuljettaa raskasta polttoöljyä. Kevyen polttoöljy, diesel-öljyn tai bensiinin kuljetusta ei ole kielletty. Nykyään ei polttonesteitä kuitenkaan kuljeteta Saimaalla vesitse paljolti johtuen polttonesteiden kuljettamiseen soveltuvan sisävesikaluston puutteesta;
- tyypillisen irtolastialuksen (Bulk) järjestelypiirros on esitetty kuvassa 18. Yleensä suurin osa kaksoispohjan laitankeista on ballastitankkeja. Lastialueen kaksoispohjan keskitankit ja usein myös keulimmaisiet kaksoispohjajatkot ovat aluksen polttoainetankkeja. Konehuoneen ympäristössä myös sekalaisia, pieniä tankkeja;
- nykyaikaisissa roro-aluksissa polttoaine on yleensä sijoitettu kaksoispohjan keskitankkeihin konehuoneen keulapuolelle. Konehuoneen ympäristössä sijaitsee myös lukuisia pienempiä tankkeja.



Kuva 16. Kuivalastialuksen lasti- ja varastojärjestely (Lehtonen, 1989).



Kuva 17. Tankkialuksen lasti- ja varastojärjestely (Lehtonen, 1989).



Kuva 18. Bulk-aluksen lasti- ja varastojärjestelyt (Lehtonen, 1989).

Tyypillisten Saimaan alueella liikennöivien alusten päämitat ja kantavuus määräytyvät tämän hetkisen Saimaan kanavan ja sen sulkujen koon perusteella seuraavasti:

- rahtialus 82 m / 11,8 m / 4,35 m / noin 2 000 dwt,
- Eurooppa IIa proomu 76,5 m / 11,4 m / 3,7 m / 2 550 dwt,
- työntäjä noin 20 m / noin 10 m / 2,5 m.

Keskusteltaessa Saimaan liikenteen tulevaisuudesta on varsin todennäköistä, että mikäli yleensä sisävesiliikenne säilyisi kilpailukykyisenä kuljetusmuotona tulee sisävesiliikenteen edellytyksiä parantaa koskemaan ympärivuotiseksi. Tällöin myös joudutaan perusparantamaan vesitieverkkoa siten, että mahdollistetaan noin 130 m pitkien, 16 m leveiden ja syväydeltään 4,5...5,0 m alusten navigointi Saimaalla.

### 3.2.2 Onnettomuustyyppien vaikutus polttoainevuotoihin

Alussonnettomuuden öljynpäästöriskiä arvioitaessa pohjakosketuksessa ja karilleajossa tapahtunut polttoainesäiliön pohjan repeytyminen ei todennäköisesti ole yhtä vaarallinen kuin törmäyksessä tapahtunut repeäminen. Pohjan repeämisessä öljyvuoto riippuu polttoainesäiliön nestepinnan tasosta suhteessa vedenpintaan, jos polttoainesäiliön painekorkeus on suurempi kuin vedenpinnankorkeus purkautuu osa öljystä veteen kunnes tasapainotila saavutetaan. Jos vedenpinta on korkeammalla kuin polttoainesäiliön nestepinta, purkautuu vettä polttoainesäiliöön ja polttoaine vettä keveämpänä jää säiliöön. Aluksen kyljen repeytymässä polttoaine pääsee valumaan vapaasti ulos.

Onnettomuustilanteessa on säiliöalusten kohdalla tunnettu tosiasia, että kaksoispohjarakenne pienentää öljypäästövaaraa 1/6...1/8 osaan yksirunkoisiin aluksiin verrattuna. Onnettomuusfrekvenssissä ei alustyyppien välillä ole eroa.

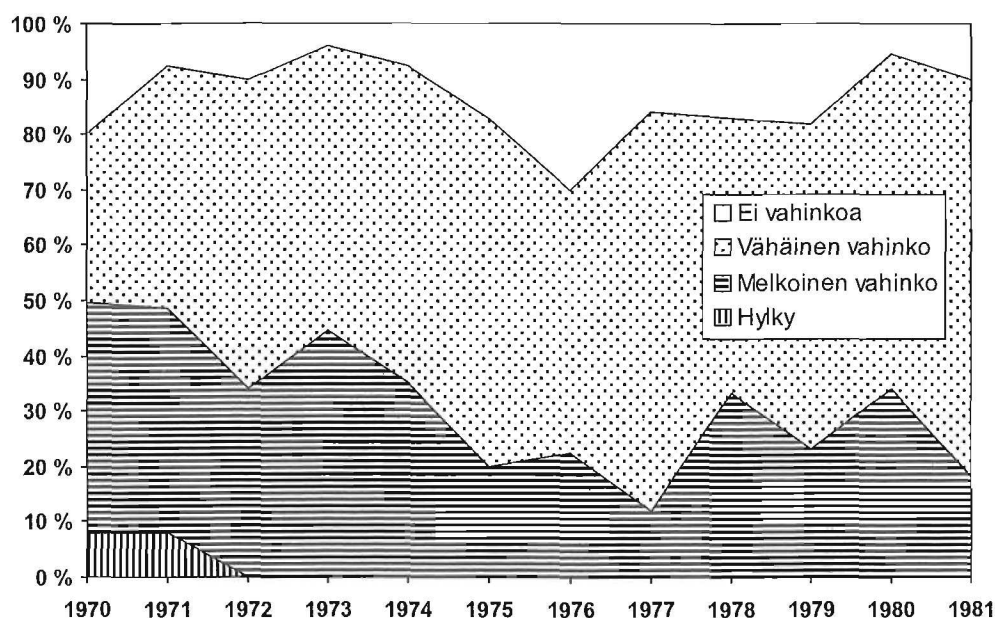
Aluksen saamasta pohjakosketuksesta tai karilleajosta saadun vaurion suuruutta on myös käsitelty lähteessä (Kaila & Luukkonen, 1998). Lähteessä on analysoitu alusten vauriotapauksia perustuen aikaisempiin tutkimuksiin ja selvityksiin (mm. v. 1970-81, 1982-94 ja 1990-97). Vuosien 1979-81 tilastojen (Sederholm, 1983) mukaan alusten saamista vaurioista luokat "ei vahinkoja ja vähäinen vahinko" edustivat 67,5 % kaikista tapauksista. Luokassa "melkoinen vahinko" tapauksia oli 30 % ja luokkaan "hylky" sijoittui laivoja 6 kpl edustaen 2 % koko otannasta. Vaikka kyseinen tilasto käsittää kaikki rekisteröidyt vauriot, ja on merialueilla sattuneiden tapausten vuoksi konservatiivinen sisävesialueille sattuvien tapausten arvioimiseen, näkyy tilastosta selvästi suuriin taloudellisiin vahinkoihin johtaneiden onnettomuuksien osuuden putoaminen ko. jaksolla, kuva 19.

Lähteessä (Kaila & Luukkonen, 1998) on vedetty yhteen eri tilastojen antamat arviot alusten saamien pohjakosketusten suuruudesta. Liitteessä 8 on esitetty analyysin tulokset Suomen aluevesillä sattuneille karilleajoille (onnettomuustiheydet ulkomailta Suomeen tulevalle laivalle, ja eri vaurioluokille). Liitteen tulostuksista voidaan todeta tarkastelujaksolla 1970 - 1995 onnettomuustiheydessä laskua ja vaurioasteen pienentymistä.

Merenkulkulaitoksen ylläpitämässä DAMA-rekisterissä kuvataan vaurioasetta vesitiiveyden menettämällä. Esimerkiksi v. 1990-97 karilleajotilaston perusteella (sis. merialueet) todetaan seuraavat vesitiiveyden menetyksen arviot (Kaila & Luukkonen, 1998):

- ei vesitiiveyden meneteystä 137 kpl (60 %),
- vähäinen vesitiiveyden menetys 57 kpl (25 %),
- suuri vesitiiveyden menetys 17 kpl (8 %),
- ei tietoa 17 kpl (8 %).





Kuva 19. Karilleajoista ja pohjakosketuksista aiheutuneet vahingot vuosina 1970 - 1981 (Sederholm, 1983).

### 3.3 Riskin pienentäminen ja hallintakeinot

Alusten onnettomuusriskiä voidaan pienentää mm. (PIANC, 1997):

- VTS (Vessel Traffic Service) - järjestelmällä. Järjestelmän avulla alukset saavat informaatiota väylän muista käyttäjistä, jolloin esim. aluksen kohtaamiset voidaan järjestää turvallisesti;
- väylän käytön rajoituksilla ja säännöillä;
- väylämerkkintöjä tehostamalla;
- väylän liikennejärjestelyillä. Väylän vaarallisille osille järjestetään liikennöinti siten, että on vain yhteen suuntaan kulkevia aluksia ja kohtaaminen tapahtuu väylän turvallisessa osassa.

Lisäksi alussonnettomuusriskiin vaikuttavat väylän mitoitus ja linjaus, alusten turvallisuus sekä miehistön ja luotsien ammattitaito. Onnettomuuden sattua ympäristövahinkoja voidaan pienentää öljyntorjunta-alusten ja kaluston avulla, johon vaikuttavat myös miehistön määrä ja koulutus.

Järvi-Suomen merenkulkupiiri suorittaa Saimaan kanavalla ja syväväylästä jatkuvaa väylän hoitoa ja vuosittain käytetään noin 30 milj.mk väylän ylläpitoon. Väylästä merkistöä kehitetään ja tehostetaan jatkuvasti. Väylien turvalaitteille tehdään vuosittain noin 16 000 huoltokäyntiä. Suurin osa käynneistä on ennakkoiva ja todellisia vikatilanteita on noin 1 300 vuodessa. Tämän vuoksi suunnitteilla on väylän hoidon kehittämissuunnitelma, jonka mukaan väylät luokitellaan liikennemäärien ja tärkeyden mukaan.

Alusten turvallisuuden osalta Järvi-Suomen merenkulun tarkastustoimisto toteuttaa IMO:n esittämää Port State Controlia, jossa Saimaan syväväylällä liikennöivistä aluksista noin 25 % tarkastetaan. Saimaalla liikennöivistä aluksista voidaan todeta, että ne ovat yleensä korkeatasoisia.

Saimaan alueen VTS-järjestelmän kehitystyö alkoi vuoden 1999 alussa ja järjestelmä on tarkoitus ottaa käyttöön vuonna 2003. Saimaan syväväylällä useimmat liikennöivät alukset käyttävät luotsia (Luotsausasetus (92/1998)). Poikkeuksen tekevät Suomen valtion omistamat alukset, joita ei käytetä kaupallisen toiminnan harjoittamiseen, sekä alukset, joiden päälliköillä on kyseisen väylän linjaluotsikirja. Luotsit ovat erittäin ammattitaitoisia ja tuntevat luotsiaseman alueelle kuuluvat väylät hyvin.

Vesien ilmeisen pilaantumisen vaaran välttämiseksi Merenkululaitoksella on oikeus rajoittaa alusten kulkua Suomen vesialueella, mikäli vaaraa oletetaan aiheutuvan sää- ja jääolosuhteista, alusten kunnosta tai aluksen suuresta koosta kulkuvesiin nähden (Laki aluksista aiheutuvan vesien pilaantumisen ehkäisemisestä, 1 luku 4§). Luotseilla on oikeus sääolosuhteiden (esim. sumun) vuoksi kieltäytyä ohjaamasta alusta. Kuitenkin aluksen kapteeni voi omalla vastuullaan jatkaa matkaa. Yleensä kapteenit ovat noudattaneet luotsien ohjeita.

Vesiliikenteen säännöistä kanavien ja avattavien siltojen kautta on määrätty asetuksella (Asetus kanavien ja avattavien siltojen liikennesäännöistä, 512/1991). Siinä määrätään avokanavien ja avattavien siltojen kautta tapahtuvan liikenteen yleiseksi nopeusrajoitukseksi 9 km/h, jos merenkulkupiiri ei toisin määrää (10§). Ahtaissa kanavaosissa tai silta-aukoissa, joissa alukset eivät voi vaaratta kohdata, tulee kanavaa ylöspäin kulkevan odottaa alaspäin kulkevaa (11§). Asetuksessa on säädökset myös ohittamisesta kanava-alueella ja lähestyttäessä silta-aukkoa sekä yhteydenpidosta sillan käyttöhenkilökuntaan. Lisäksi asetuksessa yhteentörmäämisen ehkäisemisestä sisäisillä kulkuvesillä (Sisävesisäännöt 1978, 30.3.1978/252) on annettu sääntöjä mm. ohjauksesta ja kulusta ahtailla kulkuväylillä; valoista, merkkikuvioista ja äänimerkeistä.

# Aikaisemmat onnettomuusselvitykset

# 4

## 4.1 Merialueiden onnettomuusselvityksiä

Lähteessä (Kostilainen et al, 1980) on tutkittu vuosien 1960-1975 tankkerionnettomuuksia Itämerellä. Vuosien 1960-69 tankkerionnettomuuksista vain 102 voitiin selvittää tyydyttävästi (yhteensä 268 onnettomuutta). Vuosina 1970-75 tapahtui 74 onnettomuutta. Koko tarkastelujaksolla 1960-1975 öljyvuotoja ilmoitettiin tapahtuneen 15 onnettomuuden yhteydessä. Vuotaneen öljyn kokonaismäärä oli 2581 tonnia. Öljyä ei ollut päässyt vuotamaan ilmoituksen mukaan 122 onnettomuudessa. Tietoja ei ollut käytettävissä 205 tapauksessa.

Aluksen riski joutua pohjakosketukseen Pohjois-Euroopan suurissa satamissa ja niiden sisääntuloväylillä on suuruudeltaan 0,03 tapausta tuhatta (1000) saapunutta alusta kohti. Satamien ja alusten käyttäjien mukaan tätä riskiä voitiin pitää sallittavana (PIANC, 1997). Lähteen (Solem, 1980) mukaan onnettomuuksia tapahtuu likimain yksi tuhatta aluksen ajokertaa kohti koko maailman tilastojen perusteella. Lewisonin (1980) tutkimuksen mukaan Iso-Britannian merialueilla törmäysriski on kymmenkertainen sumussa ja 150-kertainen sankassa sumussa hyvään näkyvyyteen verrattuna.

Öljykuljetusten riskiä merialueilla on mm. selvitetty HELCOM:n vuoden 1995 öljykuljetusselvityksessä. Mainitun selvityksen perusteella Itämerellä öljyvahingon mahdollisuudeksi on arvioitu 0,4 vahinkoa tuhatta matkaa kohden, ja Suomenlahdella riskiksi on arvioitu 0,15 öljyvahinkoa tuhatta matkaa kohden. Satamakäynnin aikana on öljyvahingon mahdollisuudeksi arvioitu 0,25 öljyvahinkoa tuhatta satamakäyntiä kohden. Keskimääräinen vahinkotapaus ulos vuotaneen öljyn suhteen on arvioitu 1/48 keskimääräisestä lastin koosta reitillä tai satamassa. Selvityksestä puuttuivat Pietarin tiedot, mikä vääristää jonkun verran Suomenlahden ennustetta.

Mainittua riskitarkastelua tarkennettiin v. 1996 ja 1997 Muugan sataman öljykuljetustilastoilla, ja tilastollisen riskin katsottiin kaksinkertaistuneen vuoteen 1995 verrattuna. Suomenlahden satamahankkeiden toteutuessa suunnitellussa laajuudessaan (VTT, 1999) merkitsee tämä onnettomuusriskin nelinkertaistumista HELCOM:in selvitykseen verrattuna.

## 4.2 Saimaan syväväylän onnettomuudet 1978-1987

Dannenberg (1989) on tarkastellut Saimaan syväväylien onnettomuuksia. Tarkastelujaksona olivat vuodet 1978-1987. Saimaan kanavan alkuaikojen liikenne (vuoden 1968 jälkeen) oli vähäistä, laivat olivat soveltumattomia ja liikennöinnissä kokemattomuutta, jonka vuoksi tämä ajanjakso oli jätetty tarkastelun ulkopuolelle. Tarkasteluajanjaksona silloisen Merenkulkuhallituksen tietoon oli tullut 47 onnettomuutta, jotka keskittyivät lievästi syksyyn. Aineiston tilastollista analysointia vaikeutti onnettomuuksien pieni määrä, mikä on myös todettu vastaavien selvitystöiden yhteydessä merialueilla. Onnettomuusmäärä olisi noin kaksinkertainen, jos mukaan laskettaisiin hinaajille, eräille erikoisaluksille, syväväylän ulkopuolella sekä Saimaan kanavalla tapahtuneet onnettomuudet. Saimaan kanavalla

rahtialusten aiheuttamia kanavavaurioita oli ilmoitettu 188 kappaletta, joista rah-  
tialukset (122 kpl) aiheuttivat eniten. Näillä Saimaan kanavalla tapahtuneilla vau-  
rioilla ei ole merkitystä öljypäästömielessä. Selvityksen mukaan syväväylien on-  
nettomuudet olivat kuivalastialusten karilleajoja tai pohjakosketuksia. Vahingot  
olivat vähäisiä. Eniten onnettomuuksia oli tapahtunut Kyrönsalmessa Savonlin-  
nassa (10 onnettomuutta). Saimaalla onnettomuuksia suhteessa kuljetussuoritte-  
eseen (29,0 milj. tonnia-km/onnettomuus) tapahtui vähemmän kuin maantiekulje-  
tuksissa (2,5 milj. tonnia-km/onnettomuus) ja vastaavasti enemmän kuin rautatie-  
kuljetuksissa (62,3 milj. tonnia-km/onnettomuus).

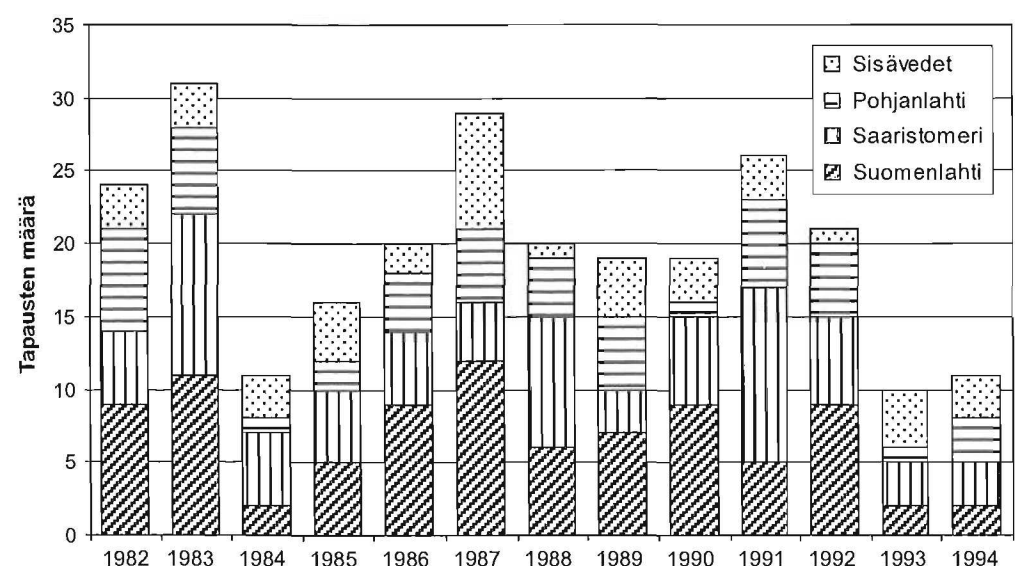
### 4.3 Meri- ja sisävesialueen onnettomuudet 1982-1994

Merenkulkulaitos (1996b) on tarkastellut vuosien 1982-1994 meri- ja sisävesiliikenteen onnettomuuksia. Tarkastelu on suoritettu väylänpitäjän näkökulmasta ja tehtävä on rajattu koskemaan Merenkulkulaitokselle ilmoitettuja onnettomuuksia. Tarkastelun perusteella alusten karilleajon tai pohjakosketuksen riski on 0,81 tapausta tuhatta saapunutta alusta kohti ja yhteentörmäysriski on 0,30 tapausta tuhatta saapunutta alusta kohti.

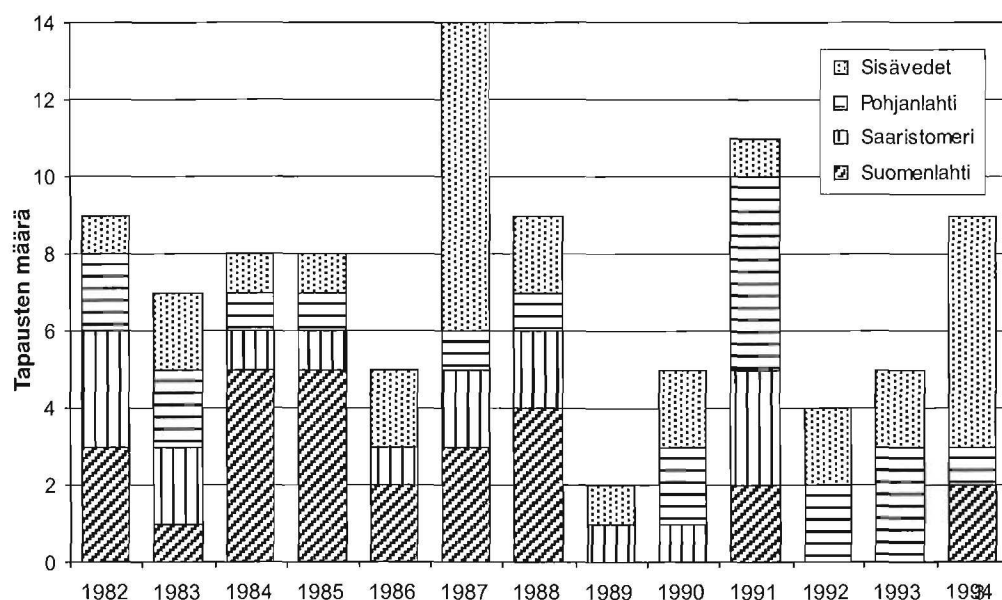
Merenkulkulaitoksen suorittama onnettomuusanalyysi v. 1982 - 1994 perustuu pääosin Merenkulkulaitoksen arkistossa olevaan materiaaliin. Tiedot on kerätty merionnettomuusilmoituksista, meriselvitysasiakirjoista, oikeudenkäyntipöytäkirjoista sekä luotsien ja merenkuluntarkastajien lausunnoista.

Kuvissa 20 ja 21 on esitetty karilleajojen ja pohjakosketusten sekä yhteentörmäyksien alueellinen jakautuminen. Tarkastelujaksolla sisävesillä sattui keskimäärin 1,29 yhteentörmäystä vuosittain (Suomenlahdella 1,81 vuosittain). Keskimäärin todettiin koko aineisto huomioden, että karilleajo- ja pohjakosketusriski oli noin 1,7-kertainen yhteentörmäyksiin verrattuna.

Sisävesillä karilleajojen ja pohjakosketusten osuus kaikista tilastoiduista onnettomuuksista oli 16,3 %. Vastaavasti sisävesillä sattui 32,3 % kaikista yhteentörmäyksistä.



Kuva 20. Onnettomuusmäärä vuosittain, karilleajot ja pohjakosketukset (Merenkulkulaitos, 1996b).



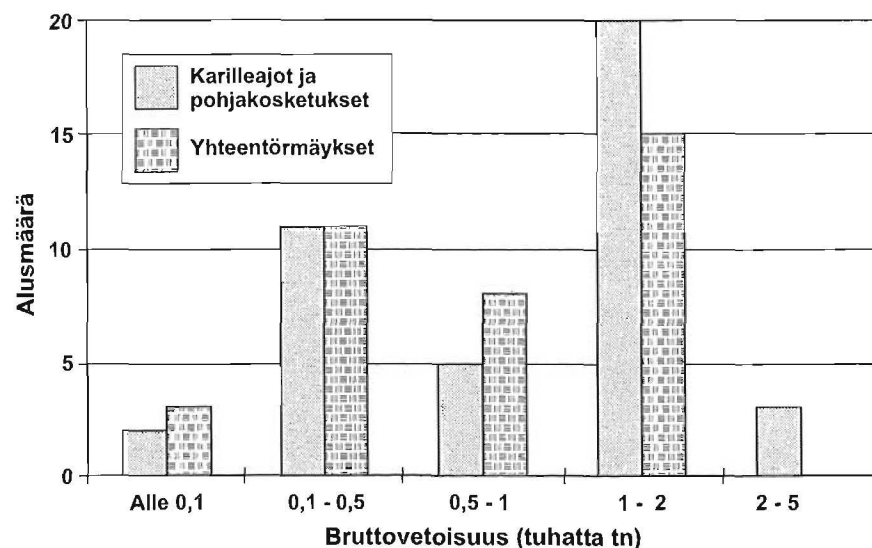
Kuva 21. Onnettomuusmäärä vuosittain, yhteentörmäykset (Merenkulkulaitos, 1996b).

Alustyyppien mukaan jaoteltuna sisävesillä karilleajoissa ja pohjakosketuksissa suurin osuus aiheutui kuivalastialuksista, 69,05 %. Säiliöalusten, matkustajalusten ja muiden alusten osuus oli 11,9 %, 9,52 % ja 9,52 %, vastaavasti. Yhteentörmäyksissä kuivalastiosuus oli hivenen pienempi, 57,5 %. Matkustaja-aluksia oli yhteentörmäyksissä 10 % ja muita aluksia 32,5 %.

Selvityksen perusteella turvallisin alustyyppi sekä merialueella, että sisävesillä oli säiliöalus. Sisävesien osalta seikkaan vaikuttaa raskaan polttoöljyn kuljetuskielto, ja soveltuvan kaluston vanhenemisesta johtuva kevyen polttoöljyn ja bensiinin kuljetusten siirtyminen maantie- ja rautatiekuljetuksiin.

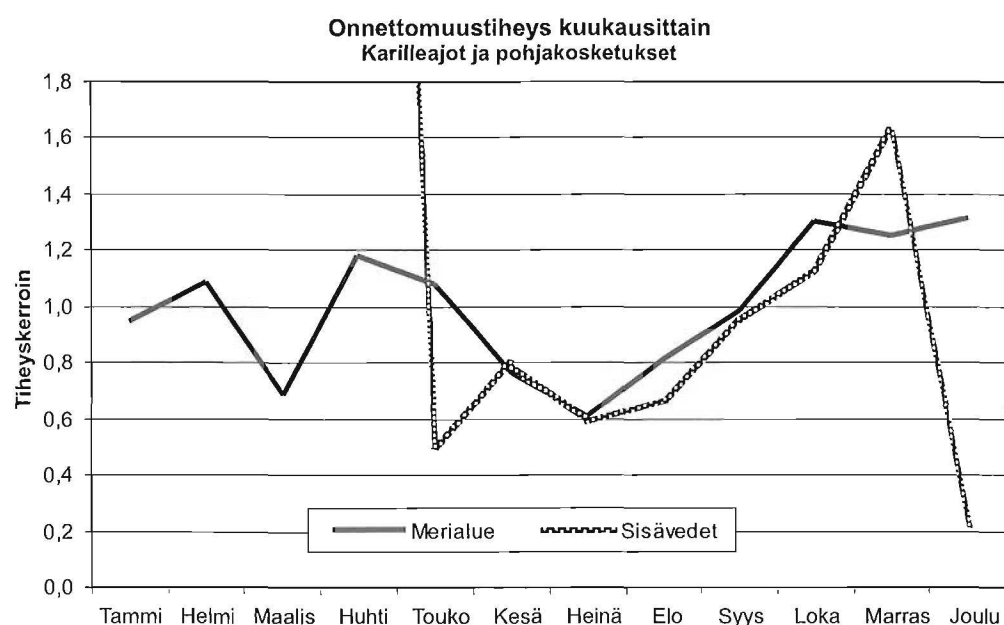
Kuvassa 22 on esitetty sisävesillä tapahtuneiden onnettomuuksien jakautuminen aluskoon mukaan. Suurin osa onnettomuuksista, 45 %, on tapahtunut bruttotilavuudeltaan 1 000 - 2 000 tonnien välillä oleville aluksille.

#### Onnettomuusaluksen kokojakautuma Sisävedet 1982-1994

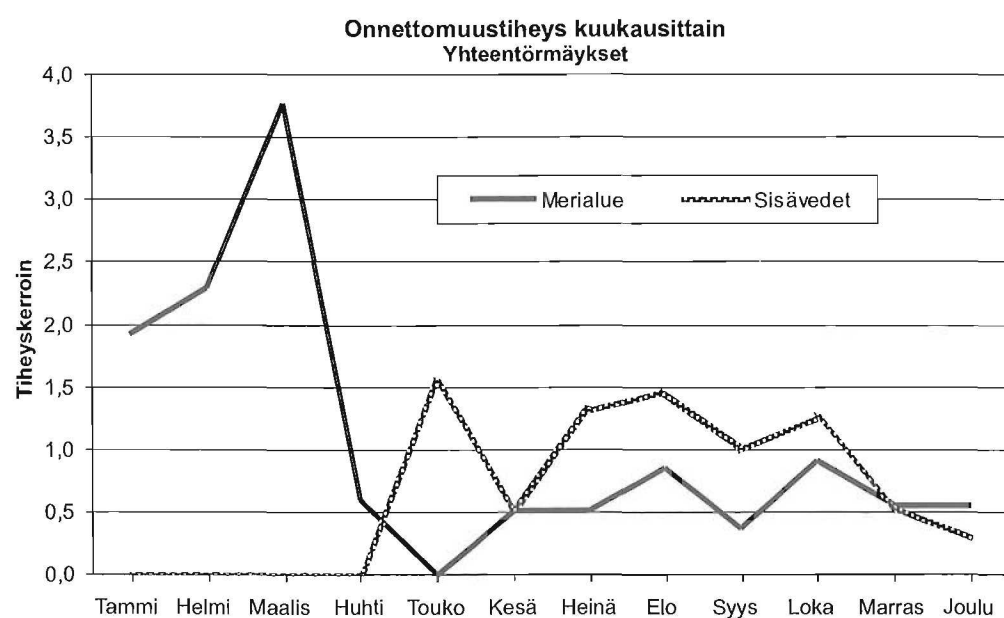


Kuva 22. Onnettomuusaluksen kokojakautuma (Merenkulkulaitos, 1996b).

Vuodenajan mukaan alusliikenteen onnettomuuksia tarkasteltaessa (kuvat 23 ja 24) voidaan todeta, että erityisesti merialueilla karilleajoja ja pohjakosketuksia tapahtuu eniten syksyllä. Kuvasta 23 voidaan selvästi todeta Saimaan kanavan sulkemisesta aiheutuva alusliikenteen tuonnin ja viennin katkos sekä erityinen onnettomuuksien keskittyminen loka-marraskuulle. Kuvassa 24 näkyy selvästi talvimerenkulun ongelmat merialueen liikenteessä, mitä tietysti ei ole sisävesiliikenteen liikennekauden katkoksesta johtuvaa.



Kuva 23. Karilleajojen ja pohjakosketusten jakautuminen vuodenajan mukaan (Merenkululaitos, 1996b).



Kuva 24. Yhteentörmäysten jakautuminen vuodenajan mukaan (Merenkululaitos, 1996b).



Saimaan kanavan ympärivuotinen aukipitäminen kasvattaa Saimaan kuljetusmääriä. Vaikutuksia liikennemääriin on vaikea lähteä arvioimaan. Asiaan vaikuttavat talviaikaiseen liikennöintiin soveltuvien alusten määrä, murtaja-avustus, Saimaan kanavan laajentaminen, jne. Onnettomuuksien suhteen sisävesien kuu-kausittaiset onnettomuustiheyskäyrät lähenevät muodoltaan merialuiden vastaa- via käyriä. On todennäköistä, että ympärivuotisessa sisävesiliikenteessä karille- ajoissa ja pohjakosketuksissa onnettomuustiheyskäyrä olisi merialueiden kaltai- nen, omaten kaksi selvää piikkiä: pienempi keväällä jäiden lähdön aikoihin ja voi- makkaampi piikki loppusyksystä olosuhteiden ollessa näkyvyydenkin suhteen huonot. Yhteentörmäyksissä onnettomuusriski on suhteessa odotettavissa olevaan liikennemäärän kasvuun ja talviaikaisen liikenteen suhteelliseen osuuteen koko- naisliikenteestä. Todennäköisesti talviliikenteen seurauksena avustustarve itse kanavassa ja eräillä Saimaan järviolueen kohdissa kasvaa. Avustustoiminnan seu- rauksena ja hankalista jääolosuhteista seuraten pienten vaurioiden ja repeytymien lukumäärä voi olla talviaikana sattuvista onnettomuustapauksista huomattava. Näillä ei kuitenkaan ole ympäristöriskien kannalta suurta merkitystä.

Karilleajoista ja pohjakosketuksista on tapahtunut pimeässä hieman yli puo- let eli noin 56 %. Alueellisesti suurimmat pimeäosuudet olivat Pohjanlahdella ja sisävesillä, kummassakin noin 61 %. Sisävesien pimeässä tapahtuneissa onnetto- muuksissa näkyvyys oli rajoitettu alle puolessa tapauksista (48 %). Sisävesillä va- loisassa tapahtuneissa onnettomuuksissa suurin osa on tapahtunut näkyvyyden ollessa selkeä (88 %:ssa tapauksista). Valoisassa tapahtuneissa onnettomuuksissa näkyvyyttä rajoittava tekijä on ollut sumu.

Yhteentörmäysten määrä oli pimeällä noin 44% kaikista sisävesistöissä sattu- neista yhteentörmäyksistä. Sisävesien yhteentörmäyksistä vain 3,6 % on tapahtu- nut jääolosuhteissa.

Kaikista onnettomuuksista yleisin onnettomuuden syy on ollut huono näky- vyys tai pimeys (35 %). Huonon näkyvyyden tai pimeyden osuus oli suurempi karilleajoista ja pohjakosketuksista (38,3 %) kuin yhteentörmäyksistä (27,7 %). Sisävesillä huonon näkyvyyden ja pimeyden osuus yhteentörmäyksistä on ollut vain 12 %:ssa tapauksissa. Toiseksi yleisin on ollut navigointivirhe (21 %). Henki- lökunnan inhimillinen erehdys on ollut syynä noin 20 % tapauksista.

Suurimmassa osassa onnettomuuksia (noin 69 %) onnettomuusalus kärsi vain vähäisiä vaurioita. Yhteentörmäyksissä vähäisiä vaurioita kärsineiden osuus oli jopa 71,3 %. Täysin ilman vaurioita on selvinnyt noin 20 % onnettomuusaluksista. Suuria vaurioita kärsi noin 10 % onnettomuusaluksista ja hyllyksi jäi 0,5 %.

Tarkasteltaessa Saimaan kanavassa ja syväväylällä sattuneita onnettomuuksia voidaan onnettomuuksien paikallisesta jakautumisesta todeta seuraavaa:

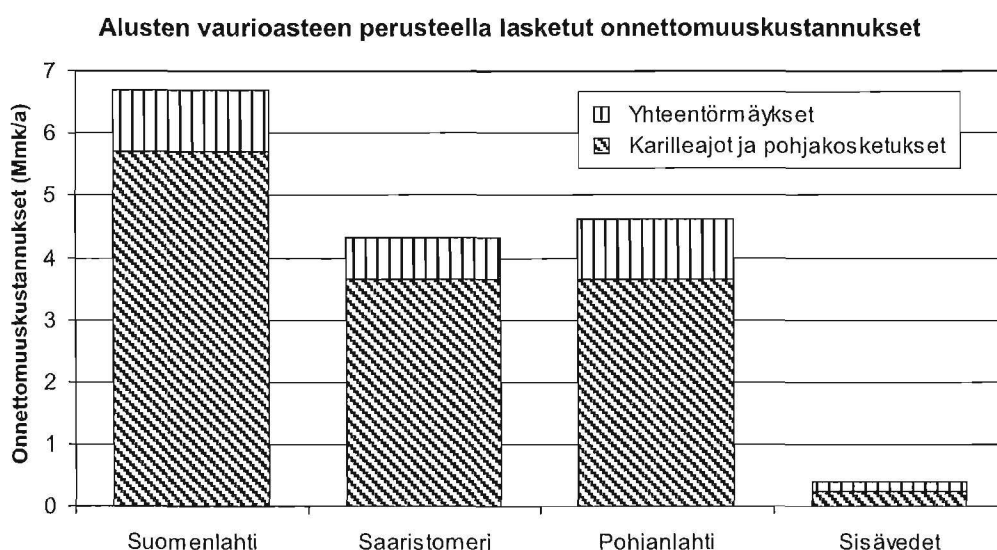
- Saimaan kanavalla (väyläosuus 54) onnettomuustiheys on lastimäärään ver- rattuna korkeahko. Suurin osa tapauksista keskittyy Lappeenrannan ja Sos- kuan sulun väliselle alueelle, missä onnettomuudet ovat luonteeltaan lieviä ja vauriot mitättömiä. Ympäristöriskimielessä Saimaan kanavalla ei ole tar- kastelussa suurta mielenkiintoa, sillä pienistä nopeuksista ja vesistöalueen rajauksesta johtuen ei laaja öljy- tai kemikaaliopäästö ole todennäköinen. Sensijaan pieniä kolhuja ja törmäilyjä sattuu tulevaisuudessa vieläkin enemmän, mikäli ympärivuotisen liikenteen myötä alusliikenne kasvaa, ja talviliikenteen avustustoiminnasta aiheutuu vähäisiä vaurioita aluksille (ja suluille).
- Savonlinnan ja Haukiveden välinen osuus edustaa merenkulkulaitoksen ti- lastoissa hankalinta väyläosuutta. Kyrönsalmi Savonlinnassa on suurin syy (0,77 onnettomuutta vuosittain).

- Varkaus-Kuopio-välillä on hankalia kohtia olleet Konnuksen kanavan ympäristö ja Koitusveden pohjoispäässä sijaitsevan Hietasalon saaren ympäristö.
- Väyläosuudella Haukivesi - Kuhakivi (väyläosuus 65) onnettomuustiheys kuljetettuun lastimäärään verrattuna on suurehko. Hankalin osuus on ollut Vihtakannan kanava, missä on tapahtunut viisi tilastoissa olleista seitsemästä alueella rekisteröidystä onnettomuudesta.
- Kuhakiven ja Puhoksen välisellä väyläosuudella on tapahtunut vain kaksi onnettomuutta.
- Lappeenrannan pohjoispuoli rajoittuen Mustasaareen edustaa myös tiheyttä onnettomuuksissa.

Kanavassa ja sulussa mahdollisesti tapahtuva öljyvuoto voidaan rajata paikalliseksi, eikä ao. onnettomuuksien/tarkastelujen analysointi tuota lisäinformaatiota öljypäästöriskien pienentämisessä.

Suomalaisten alusten osuus sisävesillä sattuneissa pohjakosketuksissa ja karilleajoissa on ollut 33,5 %, saksalaisten 40,5 %, hollantilaisten 4,8 %, englantilaisten 2,4 % ja muiden 19 %. Myös yhteentörmäyksissä suomalaiset alukset (46,2 %) ja saksalaiset (33,3 %) edustavat suurinta osuutta onnettomuustapauksista. Saimaan kanavan rahtiliikenteessä saksalaisten alusten osuus on kasvanut vuodesta 1982 alkaen nopeasti nykyiselle tasolle. Kanavan tonnimääräisestä rahtiliikenteestä kuljetettiin vuosina 1982-1994 noin 38,5 % saksalaisilla aluksilla. Venäläiset alukset muodostivat valtaosan "Muut Alukset" - osuudesta, joka yhteentörmäysten osalta oli 15,4 %.

Eräs uhkakuva Saimaan sisävesiliikenteessä on erityisesti venäläisen aluskaluston huono kunto. Alustarkastuksissa on esiintynyt tapauksia, joissa aluksen pohjasta on löytynyt suoranaisia reikiä, ja monin paikoin pohjalevyn ainespaksuudet ovat olleet huomattavasti alle sallittujen vahvuuksien. Eräissä tapauksissa aluksen paperit ovat olleet kuitenkin kunnossa ja rungon kunnosta on ollut voimassaoleva luokituslaitoksen todistus. Myös tammikuussa 1997 Japanin merellä katkenneen venäläisen tankkialuksen katkeaminen johtui tutkimuslautakunnan mukaan suureksi osaksi aluksen huonosta kunnosta (Jolma, 1999).



Kuva 25. Vuosina 1982-1994 tapahtuneiden alusonnettomuuksien arvioidut kustannukset (Merenkululaitos, 1996a).

Vuosina 1982-1994 tapahtuneiden alusonnettomuuksien keskimääräiset vuosikustannukset on arvioitu olleen 16 milj.mk, josta sisävesien osuus on ollut 0,2 milj.mk (Merenkululaitos, 1996a). Kuvassa 25 on esitetty vahinkokustannusten jakautuminen rannikon eri osille ja sisävesialueelle.

Jolma (1999) on arvioinut Saimaan syväväylällä sattuvaa vakavan vaurion todennäköisyyttä. Merenkululaitoksen selvityksen 1982-94 ja onnettomuustilastojen 1995 - 1997 pohjalta onnettomuustiheydeksi on saatu 0,66 tapausta vuodessa, eli yksi vakava onnettomuus kerran puolessatoista vuodessa. Onnettomuustiheys 0,66 on saatu keskimääräisen sisävesionnettomuustilaston mukaan, jossa yhteentörmäyksiä ja karilleajoja sattui yhteensä keskimäärin 6,6 tapausta vuodessa. Näistä 10 % olisi vauriotilastojen mukaan nk. vakavia vaurioita. Vakavat vauriot merkitsevät raskaan polttoöljyn kuljetuskiellon vuoksi lähinnä aluksen omista polttoainetankeista veteen pääsevän polttoaineen vaaraa. Lähteessä (Jolma, 1999) esitetyn analyysin perusteella todettiin edelleen, että kun koko maan öljyvahinkoriski olisi noin 0,12 öljyvahinkoa tuhatta saapunutta alusta kohden, olisi Saimaan syväväylän alueelle öljypäästöriski 0,38 vahinkoa tuhatta Saimaan kanavan läpi kulkenutta tavaraliikenteen alusta kohti.

Edellä esitettyä nk. vakavan vaurion-määritelmää pohdittaessa tulee muistaa, ettei sisävesistössä ole juurikaan tapahtunut vakavia, öljypäästöihin johtaneita onnettomuuksia. Ainoa tilastoista löytynyt vakavaksi luokiteltu onnettomuus sisävesistössä aiheutui purjeveneen ja rahtialuksen yhteentörmäyksestä, jossa tosin purjevene vaurioitui käyttökelvottomaksi. Rahtialukselle ei toisaalta aiheutunut mitään vaurioita. Näinollen Merenkululaitoksen selvityksessä 1982-94 esitetty vakavan vaurion määritelmä on hieman konservatiivinen. Riskitarkastelua on käsitelty jäljempänä luvuissa 8 ja 9.

# 5

## Ulkomailla tehtyjä sisävesistöjen riskiselvityksiä

Suurten järvien (Lake Superior, Lake Michigan, Lake Huron, Lake Erie ja Lake Ontario) sekä St. Lawrence joen syväväylä otettiin käyttöön vuonna 1959 (kuva 26). Syväväylän pituus on 2 700 merimailia. Liikennöintikausina sulkujen läpi kulkee yli 2 000 kauppa-alusta. St. Lawrence-joen ja Saultin sulkujen syväväylän liikennöinti kausi alkaa huhtikuun alkupuolella ja kestää joulukuun lopulle. Pisimmillään liikennöintikauden pituus on noin 270 vrk (280 vrk vuonna 1995). Vuonna 1970 Yhdysvaltain kongressi hyväksyi Suurten järvien ja St. Lawrence joen syväväylän liikennöinnin pidentämiskokeilun. Vuosina 1970-1979 suoritettiin jää-, ympäristö- ym. selvityksiä 21 miljoona dollarin arvosta (Wuebben, 1995).

Liikennöintiajan pidentämiskokeilujen yhteydessä on tutkittu alusten öljyvahinkoja sekä vaarallisia aineita kuljettavien alusten onnettomuuksia. Tutkimuksen mukaan Suurilla järvillä alusten talviaikaiset onnettomuudet ovat melko harvinaisia. Selvityksen mukaan talvella tapahtuvat onnettomuudet ovat epätodennäköisiä seuraavista syistä (Wuebben, 1995):

- talviaikana alusliikenne tulee kulkemaan jäärännejä pitkin, jolloin törmäyksen ja pohjakosketuksen vaara on vähäisempi;
- talviaikana alusten nopeudet ovat pienemmät kuin kesäaikana. Jäärännissä alukset eivät helposti poikkeaa reitiltä. Alukset on helppo pysäyttää jääsohjossa, jos ne joutuvat reitiltä pois;
- vaikeissa olosuhteissa alukset toimivat saattueina;
- aluksen ja jääkentän välissä oleva jääsohjo vaimentaa huomattavasti alukseen kohdistuvia tuuli- ja aaltovoimia.

Selvityksen (Wuebben, 1995) mukaan alusten öljy- ym. vahingot jaettiin

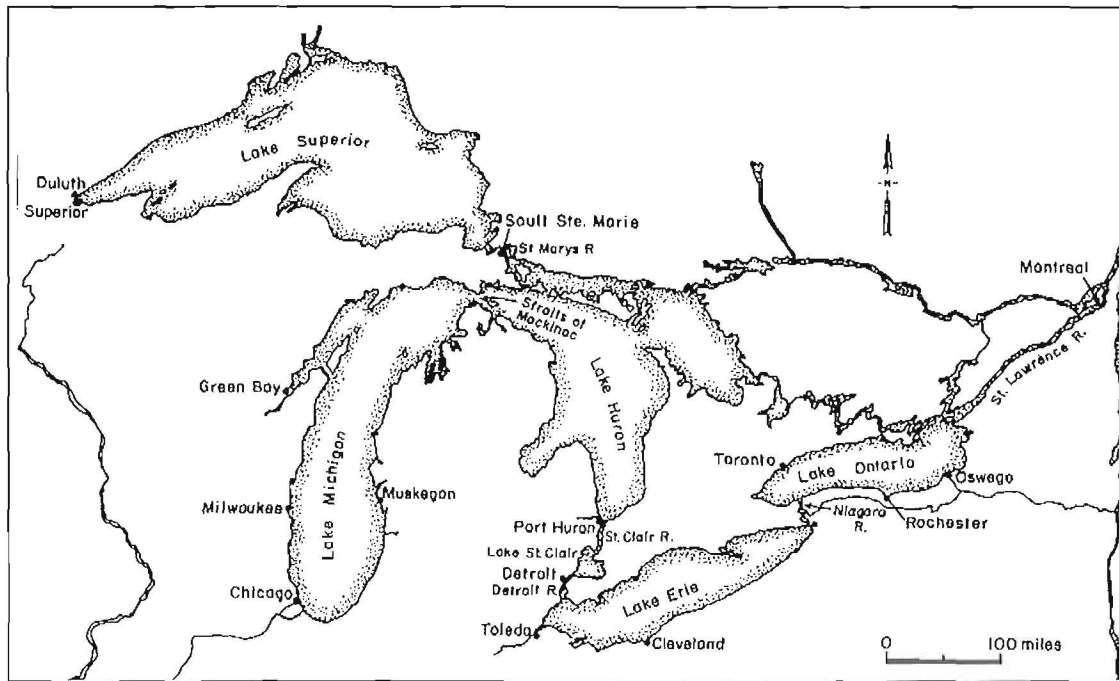
- onnettomuusvuotoihin (accidents),
- toiminnan aiheuttamiin vuotoihin (operational spills) sekä
- vuotoihin lastauksen ja purun yhteydessä.

Onnettomuusvuodot aiheutuivat törmäyksestä jäähän, toiseen alukseen tai esteeseen tai seurauksena pohjakosketuksesta. Toiminnan aiheuttamia vuotoja aiheutui polttoaineen siirrosta tai polttoainejärjestelmän toimintahäiriöstä. Talvella liikennöivien alusten rakenteesta (kaksoisrunko, keulan suojasäiliöt sekä aluksen peräosassa sijaitsevat polttoainesäiliöt) johtuen onnettomuuden täytyy olla huomattava ennenkuin öljyvahinkoa pääsee tapahtumaan (Wuebben, 1995).

Taulukossa 4 on esitetty yhteenveto Suurten Järvien alueella olevilla kanavilla tapahtuneista öljyvahingoista.

Taulukko 4. Suurien järvien välisillä kanavaosuuksilla tapahtuneet öljyvahingot (Wuebben, 1995).

Joki	Ajanjakso	Toiminnan [kpl]	aiheuttamat	Onnettomuudet	
			Keskim. vuoto [gal]	[kpl]	Keskim. vuoto [gal]
St. Marys	1974-1979	11	81	0	0
St. Clair	1974-1981	7	15	0	0
Detroit	1974-1981	34	67	3	8



Kuva 26. Suurten järvien vesistöalue (Wuebben, 1995).

Suurten järvien liikennöintiajan pidentämiskokeilujen yhteydessä määritettiin tankkilaivojen öljyvahinkojen todennäköisyys. Kaikissa tapauksissa talviaikaisen öljyvahingon todennäköisyys oli alhainen. Vuodon todennäköisyys oli kertaluokkaa pienempi sulan veden liikennöintiin verrattuna johtuen osaksi pienemmästä liikennöintitiheydestä. Kuljetuskertaa kohti öljyvahingon todennäköisyys oli 1,5...3 kertaa suurempi sulan veden kauteen verrattuna. Tämä suurentunut riski johtui toiminnasta jääolosuhteissa (Wuebben, 1995).

Öljypäästöjen vaikutuksia makean veden kasveille ja eliöille on tutkittu laboratoriossa ja neljän "onnettomuuden maastotutkimuksissa" (Wuebben, 1995). Tutkimuksen perusteella öljypäästöt ovat vaikuttaneet seuraavasti:

#### Levät (*Algae*)

Öljypäästön vaikutus kasviplanktoniin oli suhteellisen vähäinen. Öljy vaikutti ainoastaan joihinkin laboratorioviljelmiin ja altistumista tapahtui tiettyihin öljyn aineosiin. Lankamainen (*filamentous*) ja benttinen levä oli sekä vastustuskykyinen, että se palautui nopeasti. Sinilevän (*bluegreen algae*) kukintojen määrä lisääntyi öljypäästöjen jälkeen.

#### Makrofyyttinen kasvillisuus (*Macrophyte vegetation*)

Öljypäästöt eivät vaikuttaneet vedenalaiseen lajeihin tai veden alla oleviin kasvinosiin. Pinnalla oleva öljy vaikutti tai tappoi veden rajapinnalla olevat kasvit.

#### Selkärangattomat (*Invertebrates*)

Laboratoriossa selkärangattomissa havaittiin myrkkypitoisuuksia, mutta maastotutkimuksissa vaikutukset olivat minimaalisia tai lyhytkestoisia. Vaikutukset olivat suurimmat hyönteisillä, jotka elivät ilman ja veden rajapinnassa.

## **Kalat**

Kaloissa havaittiin myrkkypitoisuuksia ja joissakin todellisissa päästöissä havaittiin vakavia seurauksia. Kalan mädissä ja poikasissa vaikutukset olivat herkemät kuin täysikasvuisissa kaloissa. Öljy vaikuttaa myös kalan lihan ominaisuuksiin ja pyydysten likaantumiseen.

## **Linnut**

Öljyonnettomuuksien vaikutukset ovat kohdistuneet tähän ryhmään. Myrkylliset vaikutukset ovat siirtyneet muniin ja poikasiin. Veden pinnalla oleva öljy on ollut haitallinen lintujen höyhenille, aiheuttaen ongelmia lämmön säilymiselle ja kellumiskyvylle.

## **Nisäkkäät**

Nisäkkäillä kuten linnuille veden pinnalla oleva öljy on pienentänyt turkin lämmöneristävää vaikutusta. Kuolleisuus on aiheutunut ravinnonoton kautta.



# Kuljetusreitit, kalusto, lastityypit ja vaaralliset aineet

# 6

## 6.1 Yleistä

Saimaan alueen kuljetusten riskejä on tarkasteltu lähteessä (Mikkelin vesi- ja ympäristöpiiri, 1993). Selvityksessä on arvioitu Saimaan alueen liikenteellisesti hankalien kohtien ympäristöriskejä vuoden 1991 liikennetietojen perusteella. Selvityksessä todettiin Vuoksen alueella suurinta vaaraa aiheuttavaksi kuljetusmuodoksi öljykuljetukset ja alusliikenteessä aluksesta pohjakosketus- ja karilleajotapauksessa vesistöön valuvat omat polttoaineet. Vaikka Saimaalla raskasta polttoöljyä ei ole saanut kuljettaa vuonna 1993 voimaan astuneen asetuksen jälkeen, sisältävät aluksen omat polttoainetankit yleensä raskasta polttoöljyä. Todennäköisen öljypäästöuhan suuruuden on katsottuolevan noin 50 m<sup>3</sup>. Vuoden 1991 tilastojen perusteella kulki Mälkiän sulun kautta Saimaalle 860 rahtialusta. Saimaalla arvioitiin kulkeneen alusten polttoainesäiliöissä (keskimääräisen polttoainemäärän perusteella) noin 40 000 tonnia polttonesteitä, joka edusti varsinaisiin polttoainekuljetuksiin verrattuna kymmenkertaista määrää. Vuonna 1991 Pällin sulun kautta kulki 1 865 alusta.

Varsinaista riskitarkastelua ei mainitussa lähteessä suoritettu, mutta analysoitujen kapeikko- ja virtapaikkojen sekä liikennetietojen perusteella ehdotettiin jatkotoimenpiteiksi eräiden riskipaikkojen kartoittamista ja kunnostamista. Esimerkiksi Aholahden kanavahanke katsottiin tärkeäksi alusturvallisuutta lisääväksi toimenpiteeksi. Kuljetettavien tuotteiden osalta toivottiin niiden rekisteröinnin täsmentämistä, ainakin kemikaali- ja vastaavien kuljetusten osalta. Kemikaalilainsäädäntöä myös toivottiin kehitettäväksi samaan suuntaan kuin öljyn kohdalla on tehty (lait kemikaalivahinkojen torjunnasta ja kemikaalisuojarahastosta).

Öljykuljetuksista todettiin, että vaikkakin alusten lastisäiliöiltä vaaditaan kaksoispohjarakennetta, kulkee aluksissa sen omissa polttoainesäiliöissä suuria määriä, 10 - 100 tn raskasta polttoöljyä, eikä näiltä vaadita kaksoispohjarakennetta. Muihinkin kuin öljytuotteita kuljetettavaan aluksiin esitettiin harkittavaksi 'kohutuullista' määrää öljypuomeja.

## 6.2 Saimaan alueen satamat ja lastauspaikat

Saimaan alueen satamat ovat joko kunnallisia satamia tai yksityisiä, teollisuuslaitosten omia satama- tai lastaus/purkupaikkoja. Satamapaikkojen sijanti on aiemmin esitetty kuvassa 1. Varsinaisia kemikaalisatamia on vain Varkaudessa, Kuopiossa ja Puhoksessa. Valtaosa laiturialueella käsiteltävistä tuotteista on paperiteollisuuden ja rakennusteollisuuden raaka-aineita. Mainittujen aineiden pääseminen laiturialueelta vesistöön tapahtuu joko hitaasti tuulen ja sadeveden mukana, tai lastaus- ja purkutapahtumassa mahdollisesti tapahtuvan huolimattomuuden ja/tai onnettomuuden seurauksena. Vaikutukset ovat paikallisia ja seurauksena saatavat tulla kyseeseen lyhytaikainen samentuminen, rehevöitymishaitta ja paikallinen vaikutus veden happamuuteen. Eräät jauhemaisista tuotteista voivat jäädä kellumaan, jolloin niiden kulkeutumisen rajoittamistoimissa joudutaan tapauskoh-

taisesti harkitsemaan päästöalueen puomittamista. Satamissa saattavat tulla kysymykseen myös alusten polttoaineen lisäysten yhteydessä tapahtuvat mahdolliset päästöt, jolloin vaikutukset ovat paikallisia ja helposti hallittavia.

Satamien päästöt edellyttävät torjuntaorganisaatiolta lähinnä alueen puomituskalustoa sekä sukeltajatarkistuksia satamissa. Alukseen kohdistuneissa onnettomuus- ja vauriotilanteissa valtaosalla kuljetettavia tuotteita ei ole vesistöön jouduttuaan välittömiä myrkyllisiä vaikutuksia. Mikkelin vesi- ja ympäristöpiirin (1993) selvityksessä on esitetty lista eräistä Saimaalla kuljettavista mineraaleista ja kemikaaleista, eikä mainitun lähteen nojalla tuotteet muodosta erityistä uhkaa Saimaan vesistöalueella. Aluksen upotessa tulee ajankohtaiseksi joko nostaa alus lasteineen tai ainakin poistaa aluksesta sen polttoaine ja mahdollisesti myös lasti.

Seuraavassa on tapauskohtaisesti käsitelty Saimaan alueen satamia ja lastauspaikkoja:

**Lappeenrannassa** on Kaukaan ja Mustolan satamat sekä Rapasaaren laituri. **Joutsenossa** on Pulpin satama ja Honkalahden laituri sekä **Imatralla** on Vuoksen satama. Lappeenrannan Mustolan satamassa on seitsemän laituripaikkaa. Vuosittain liikenne on ollut suuruudeltaan noin 250 000 tonnia. Muita satamia käytetään pääasiassa Saimaan sisäisessä proomuliikenteessä ja Venäjältä Saimaan kanavan kautta tulevan raakapuun purkamiseen (VTT, 1998). Joutsenoon kuljetetaan suolaa ja sitä välivarastoidaan laiturilla.

**Savonlinnan** syväsatamassa (kuva 27) on päällystettyä varastokenttää 6 000 m<sup>2</sup> ja lähes saman verran päällystämätöntä varastokenttää, 5 000 m<sup>2</sup>. Vienti on ollut pääasiassa raakapuuta sekä tuonti kivihiiltä ja tiesuolaa. Mikkelin vesi- ja ympäristöpiirin (1993) mukaan satama ei ympäristömielessä omaa erityisiä riskitekijöitä. Tiesuolan välivarastointi satama-laiturilla saattaa aiheuttaa jonkun verran suolan joutumista vesistöön. Syväsataman lisäksi kaupungin rannassa on matkustajalaivalaituri, johon kesäaikaan on kiinnittyneenä pienehköjä sisävesialuksia ja huviveneitä.

**Varkauden** kaupungin alueella on kolme satamaa: Varkauden kaupungin satama, Stora-Enso Oy:n satama Kosulanniemessä ja Varkauden öljysatama, eli Akonniemen satama.

Varkauteen ei ole tullut aluskuljetuksina nestemäisiä polttonesteitä vuoden 1991 jälkeen. Tuonti on käsittänyt lähinnä kivennäispolttoaineita, kalsiumkarbonaattia, kaoliinia, maantiesuolaa (NaCl) ja kevytsoraa. Taipaleen sulun yhteydessä on puutavaralaituri, jonka kautta kulkee noin 120 000 tonnia raakapuuta vuodessa, vastaten noin 60 proomua. Niemen toiselle puolelle on suunnitteilla sijoitettavaksi Varkauden pelastuslaitoksen öljyntorjuntavarasto ja öljyntorjuntavene.

Akonniemen satamassa on kaksi laituria, joista vanhaan öljylaituriin tulee nykyään karbonaattia ja kaoliinia noin 50 000 tn vuodessa (noin 30 kpl 1 700 dwt:n aluksia) (VTT, 1998). Kaoliinilaturin vieressä on laituri, jonka kautta laivataan esimerkiksi sahatavaraa yli 100 000 m<sup>3</sup> vuodessa vastaten noin 50 aluskäyntiä. Laiturin vieressä on noin 2 800 m<sup>3</sup> sahatavarakatos. Satamaa käytetään Saimaan sisäisessä proomuliikenteessä läpi talven. Akonniemen satamassa toimivan Shell Oy:n varastosäiliöiden kokonaistilavuus on 300 000 m<sup>3</sup>. Vuosittain varastoihin tulee rautatiekuljetuksin noin 270 000 tonnia polttoainetta (keskimäärin yksi 1 200 m<sup>3</sup> säiliöjuna jokaisena arkipäivänä). Kuvassa 28 on esitetty rautatiekuljetusten lastausalue. Alueen öljyvarastojen vuotoriski on ennakoitu järjestämällä alueen vuoto- ja sadevesien keräysjärjestelmään öljynerotuskaivo. Suurten vuotojen varalta on vielä öljynerotuskaivon jälkeen katastrofiallas. Polttoaine jaetaan edelleen rekkakuljetuksina alueelle (vuosittain noin 4 500 kuljetusta). Varkaus toimii keskeisenä öljyterminaalina, mistä polttonesteitä kuljetetaan eri puolille keskistä Suomea. Enson oma öljynkäyttö on noin 70 000 m<sup>3</sup> vuodessa.



Kuva 27. Savonlinnan syväsatama.



Kuva 28. Varkauden Akonniemen sataman yhteydessä olevan polttoainevaraston rautatiekuljetusten lastausalue.

Kosulanniemen satamassa on raakapuun purkauslaituri ja kaksi laivalaituria sahatavaran ja paperituotteiden lastausta varten. Vuosittain käy 120 - 130 alusta lastauslaiturissa ja 60 - 70 alusta puulaiturissa. Satamaan on myös rautatieyhteys.

**Puhoksen** satamassa on yksi laivapaikka ja katettua varastotilaa 3 200 m<sup>2</sup>. Vienti on ollut puunjalostusteollisuuden tuotteita ja tuonti aiemmin ureaa ja metanolia. Metanolin kuljetus loppui vuonna 1992, ja ureankin suhteen on siirrytty maantie- ja rautatiekuljetuksiin.

**Kuopion** syväsatamassa Kumpusaassa on kolme laituria: käytöstä poistettu öljylaituri ja kaksi tavaralaituria. Satamassa on katettua terminaalitilaa noin 2 500 m<sup>2</sup> ja 600 m<sup>2</sup> laajuinen sahatavarakatos. Päälystettyä varastokenttää on alueella 20 000 m<sup>2</sup> ja päälystämätöntä 34 000 m<sup>2</sup>. Satamalaiturille on rautatieyhteys.

Kuopion öljysatamissa on kolme öljyvarastoa. Varastointikapasiteettia maanpäällisissä säiliöissä on noin 38 000 m<sup>3</sup>. Maanalaiden kalliosäiliöiden varastointikapasiteetti on noin 130 000 m<sup>3</sup>. Öljysataman edustalle on sijoitettu upotetut öljyntorjuntapuomit, jotka voidaan tarvittaessa laukaista.

Aiemmin kuljetettiin Kuopioon laivoilla myös keveitä polttonesteitä kuten diesel-öljyä, bensiiniä, petrolia, mutta vuoden 1992 jälkeen kuljetukset ovat loppuneet. Sataman pitäjän mukaan sataman käyttö on tällä hetkellä noin 150 000 tonnia vuodessa. Kapasiteettia on olemassa 270 000 tonnia, mikä voitaisiin nopeasti nostaa 350 000 tonniin.

Seppälä *et al* (1997) mukaan Kuopion läänin suurimmat kuljetusten ympäristöriskit aiheutuvat kemikaalioiden ja öljyn kuljetuksista. Kemikaalionnettomuuksissa aineen olomuoto voi olla kaasu, neste tai kiinteä. Tavanomaiset kemikaalit aiheuttavat kuitenkin useimmat kemikaalionnettomuudet. Esimerkiksi vuosina 1988-92 kymmenen yleisintä kemikaalia aiheuttivat noin 60 % tapahtuneista onnettomuuksista.

Valtaosa liikenteen ympäristöön päässeistä haitallisista päästöistä aiheutuu öljyonnettomuuksista. Maakuljetusten kannalta pahimmat tuotteet ovat kevyt polttoöljy ja diesel-öljy, jotka helposti imeytyvät maahan, mutta eivät haihtu nopeasti. Raskas polttoöljy ei läpäise maata, ja toisalta bensiini haihtuu nopeasti. Vakavin uhka polttonesteiden kuljetuksista aiheutuu pohjavesialueille.

**Siilinjärvellä** on Kemira Oy:llä ja Lohja Oy:llä oma laituri. Siilinjärven sataman tuonti- ja vienti on käsittänyt pääasiassa magnesiumsulfaattia ja kvartsihiekkää.

**Joensuun** satama Ukonniemessä käsittää kolme laituria, joista kahdessa lastaus- ja purku tapahtuu nosturein ja yhdessä hihnakuuljettimella (kalkkilaituri). Lisäksi Joensuussa on Stora Enson Uimaharjun laituri, jossa on 900 m<sup>2</sup> sahatavarakatos ja päälystettyä varastokenttää 2 000 m<sup>2</sup>. Vienti Joensuusta käsittää puunjalostusteollisuuden tuotteita ja talkkia. Tuonti on pääosin maantiesuolaa. Viime vuosina aluksilla on kuljetettu pääasiassa sementtiä.

**Ristinassa, Puumalassa, Enonkoskella ja Savonrannassa** sijaitsee myös satama- ja lastauspaikkoja, mutta niiden pienuuden ja vähäisen käytön vuoksi niihin ei tämän tarkastelun yhteydessä puututa kuin maininnanomaisesti. Tarkemmin ao. lastauspaikkoja on käsitelty lähteessä (Mikkelin vesi- ja ympäristöpiiri, 1993).

### 6.3 Vaarallisten aineiden maakuljetukset

Vaarallisten aineiden kuljetuksista on säädetty kaikkia kuljetusmuotoja koskevassa laissa (719/1994).

Maantiekuljetuksissa sovelletaan lisäksi tiekuljetusta koskevaa asetusta (632/1996) ja liikenneministeriön päätöstä vaarallisten aineiden kuljettamisesta tiellä (660/1997 ja muutokset). VAK-määräykset muuttuvat kahden vuoden välein ja uusista määräyksistä kootaan lakikokoelma (Vaarallisten aineiden kuljetus tiellä, 1999).

Päätökset sisältävät yksityiskohtaiset määräykset mm. vaarallisten aineiden luokituksista, pakkauksista, tarvittavista asiapapereista, ajoneuvojen hyväksynnästä ja varusteista, ajoluvasta, vapaarajoista, sekä rahtikirjan, pakkausten ja ajoneuvon merkinnöistä.

Rautatiekuljetuksissa sovelletaan lisäksi rautatiekuljetusta koskevaa asetusta (674/1997) ja liikenneministeriön päätöstä vaarallisten aineiden kuljetuksesta rautatiellä (901/1997 ja muutokset). VAK-määräykset muuttuvat kahden vuoden välein ja uusista määräyksistä kootaan lakikokoelma (Vaarallisten aineiden kuljetus rautatiellä, 1999).

Liikenneministeriön päätökset sisältävät yksityiskohtaiset määräykset mm. vaarallisten aineiden luokituksesta, pakkauksista merkintöineen, tarvittavista asiapapereista, turvaohjeista, vaunujen merkinnöistä sekä junien kokoonpanosta (Liikenneministeriö, 1999).

Liikenneministeriön (1999) selvityksessä 'Vaarallisten aineiden kuljetukset 1997' on kartoitettu kuinka paljon eri tyyppisiä (ja missä) vaarallisia aineita Suomessa kuljetettiin vuonna 1997. Lisäksi selvityksessä tarkasteltiin kuljetustapojen (säiliö tai kappaletavara) jakautumista maantie- ja merikuljetuksiin. Selvityksessä lähetettiin 635 vaarallisten aineiden kanssa tekemisissä oleville yritykselle kysely, missä pyydettiin ilmoittamaan vuonna 1997 lähteneiden vaarallisten aineiden määrät. Vastaukset saatiin 633 yritykseltä.

Varkaudessa keskeisimmät riskit liittyvät Enso Gutzeitin toimintoihin ja alueella kuljetettaviin vaarallisiin aineisiin. Laitoksen tehdasalueella säilytetään rikkidioksidia ja sitä siirretään putkilinjaa pitkin säiliöstä prosessirakennukseen. Öljyntorjunnan riskejä aiheutuu öljyvarastoista ja öljytuotteiden maantie- ja rautatiekuljetuksista.

Pohjois-Karjalan alueella Saimaan vesistöön liittyvä logistinen keskus on Joensuu. Joensuuhun tulee Niiralan raja-asemalta erilaisia kemikaaleja 330 - 9 010 tn/vko rautateitse. Joensuuhun kuljetetaan valtatie 6:lla kemikaaleja viikottain 100 - 500 tn (kaikki luokat), ja vastaavasti kuljetusmäärät kulkevat valtatie 23:n osuudella Joensuu - Varkaus (Lonka, 1998).

Kuopiossa merkittävimmät vaarallisten aineiden riskit liittyvät kuljetuksiin. Näistä suurin osa liittyy kauttakulkukuljetuksiin lukuunottamatta Kelloniemen ja Kumpusaaren öljytuotteiden varastoalueita. Vaikkakaan vesitse ei viime vuosina öljytuotteita ole kuljetettu muodostavat alueet myös vesistölle riskin. Valtaosaksi öljytuotteet tulevat varastoalueille rautateitse, josta ne viedään edelleen talousalueelle autokuljetuksina. Lähistön sillat ja vesistön reunoja kiertävät penkereet muodostavat tällöin vesistön kannalta uhkan polttoaineen joutumisesta vesistöön kolarin tai tieltäsuistumisen seurauksena. Kuljetukset kulkevat myös kaupungin pohjavesialueiden sivuitse. Saimaan syväväylä myös sivuaa Hietasalon saarella sijaitsevaa pohjavedenottomoa.

Lonkan (1999) mukaan Savon sellun merkittävimmät vaaraa aiheuttavat kemikaalit ovat rikkidioksidi ja ammoniakki. Eräiden tehtaiden monipuoliset kemikaalit saattavat onnettomuustapauksessa yhteisreaktioina aiheuttaa arvaamattomia ympäristöriskejä (mm. Scantarpin muovitehdas, ja Orion).

Savonlinnassa kemikaalipuolen suurimmat riskit aiheutuvat puunjalostusteollisuuden liima-aineista (hartsit ja fenolit). Valtaosin liima-aineet kuljetetaan autokuljetuksina. Polttonesteiden tai kemikaalien aluevarastoja ei Savonlinnassa ole, joten Savonlinna ei itsessään muodosta vaikeaa riskikohdetta. Sensijaan Savonlinna on liikenteen solmukehtana riskialtis muualle menevien kuljetusten kannalta. Vuositasolla kaupungin läpi kulkee noin 110 000 m<sup>3</sup> palavia nesteitä.



### 6.3.1 Vaarallisten aineiden määritelmiä ja luokittelu

Vaarallisella aineella tarkoitetaan aineita tai esineitä, jotka räjähdys-, palo- tai säteilyvaarallisuutensa, myrkyllisyytensä, syövyttävyytensä tai muun sellaisen ominaisuutensa vuoksi saattavat aiheuttaa vahinkoa ihmisille, omaisuudelle tai ympäristölle.

Vaarallisten aineet luokitellaan seuraavasti:

- 1 Räjähteet (luokka 1)
- 2 Kaasut (luokka 2)
- 3 Palavat nesteet (luokka 3)
- 4 Helposti syttyvät kiinteät aineet (luokka 4.1), helposti itsestään syttyvät aineet (luokka 4.2) ja aineet, jotka veden kanssa kosketuksiin joutuessaan kehittävät palavia kaasuja (luokka 4.3)
- 5 Syttyvästi vaikuttavat (hapettavat) aineet (luokka 5.1) ja orgaaniset peroksidit (luokka 5.2)
- 6 Myrkylliset aineet (luokka 6.1) ja tartuntavaaralliset aineet (luokka 6.2)
- 7 Radioaktiiviset aineet (luokka 7)
- 8 Syövyttävät aineet (luokka 8)
- 9 Muut vaaralliset aineet ja esineet (luokka 9)

Palavat nesteet (luokka 3) jaetaan seuraaviin ryhmiin:

- A Aineet jotka eivät ole myrkyllisiä tai syövyttäviä ja joiden leimahduspiste on alle 23°C;
- B Myrkylliset aineet, joiden leimahduspiste on alle 23°C;
- C Syövyttävät aineet, joiden leimahduspiste on alle 23°C;
- D Myrkylliset ja syövyttävät aineet, joiden leimahduspiste on alle 23°C ja esineet, jotka sisältävät näitä aineita;
- E Aineet, joiden leimahduspiste on 23 - 61°C ja jotka voivat olla lievästi myrkyllisiä tai lievästi syövyttäviä;
- F Torjunta-aineina käytettävät aineet tai valmisteet, joiden leimahduspiste on alle 23°C;
- G Aineet, joiden leimahduspiste on yli 61°C ja joita kuljetetaan tai annetaan kuljetettavaksi lämmitettyinä vähintään leimahduspistettään vastaaviin lämpötiloihin;
- H Tyhjät pakkaukset

Aineluettelon kohtien aineet jaetaan lisäksi ryhmiin vaarallisuusasteen perusteella seuraavasti:

- a Erittäin vaaralliset aineet
- b Vaaralliset aineet
- c Vähäistä vaaraa aiheuttavat aineet

Ryhmään A kuuluvat mm. bensiini, maalit, painoväri ja aseton, ryhmään B metanoli ja dikloorietaani, ryhmään C trietyyliamiini ja ryhmään E polttoöljyt, diesel, mäntyöljy, butanoli sekä ksyleeni. Ryhmien F, G ja H aineita ei selvityksen mukaan kuljetettu Suomessa vuonna 1997.

### 6.3.2 Maantiekuljetukset

Taulukossa 5 on esitetty vaarallisten aineiden kokonaiskuljetusmäärä, määrät aineluokittain ja niiden osuudet kokonaismäärästä.



Taulukko 5. Vuonna 1997 tiellä kuljetet vaarallisten aineiden määrät luokittain (tn) ja osuudet kokonaismäärästä (Liikenneministeriö, 1999).

Kuljetusluokka	Kuljetusmäärä [tn]	Osuus kokonaismäärästä [%]
1	13 881	0,1
2	594 841	6,2
3	7 173 549	74,6
4.1, 4.2 ja 4.3	26 866	0,3
5.1 ja 5.2	341 532	3,6
6.1	44 558	0,5
8	1 236 740	12,9
9	182 299	1,9
<b>Yhteensä</b>	<b>9 614 265</b>	

Vuonna 1997 vaarallisia aineita kuljetettiin Suomen maanteilla yhteensä n. 9,6 miljoonaa tonnia. Palavien nesteiden (luokka 3) osuus kokonaiskuljetuksista oli 75 % (n. 7,2 milj. tn), josta pääosa muodostui polttonesteiden kuljetuksesta.

Taulukossa 6 on esitetty palavien nesteiden maantiekuljetusten jako eri ryhmiin. Palavien nesteiden kokonaiskuljetusmäärästä ryhmän A osuus oli 25 % ja ryhmän E 75 %. Ryhmien B (0,3 %) ja C (0,01 %) osuudet olivat merkityksettömän pieniä. Bensiinin osuus ryhmän A osuudesta oli 95 % ja palavien nesteiden kokonaiskuljetuksista 24 %. Dieselin ja kevyen polttoöljyn osuus ryhmän E kuljetuksista oli 70 % ja koko luokan kuljetuksista 53 %. Raskaan polttoöljyn osuus ryhmän E kuljetuksista oli 22 % ja luokan 3 kokonaiskuljetuksista 17 %. Bensiinin, dieselin ja polttoöljyjen osuus palavien nesteiden kuljetuksista oli 93 % ja muiden aineiden 7 %.

Palavien nesteiden kuljetuskalustojautuma oli seuraava:

- säiliöajoneuvo 93,8 %,
- säiliökontit/irrotettavat säiliöt 1,1 % ja
- muut 5,1 %.

Palavien nesteiden maantiekuljetuksissa kertyi 700 miljoonaa tonnikilometriä, joka vastaa 62 % vaarallisten aineiden maantiekuljetusten kokonaismäärästä. Keskimääräinen kuljetusetäisyys oli 98 km.

Taulukko 6. Palavien nesteiden tiekuljetusmäärät (tn) ja osuudet kokonaismäärästä (%) vuonna (Liikenneministeriö, 1999).

Jaottelu	Kuljetusmäärä [tn]	Osuus luokan kokonaismäärästä [%]
A	1 773 671	24,7
B	21 909	0,3
C	360	0,0
E	5 377 608	75,0
<b>Yhteensä</b>	<b>7 173 549</b>	
<b>Yksittäiset aineet:</b>		
- bensiini (A)	1 692 049	23,6
- diesel ja polttoöljy (E)	3 765 731	52,5
- raskas polttoöljy (E)	1 194 226	16,6

Valtaosa vaarallisten aineiden maantiekuljetuksista suoritettiin linjan Pori-Tampere-Imatra eteläpuolella. Palavien nesteiden pääkuljetusreitit olivat:

- Helsinki-Porvoo-Mäntsälä-Lahti (10 000 - 21 000 tn/vko),
- Nurmijärvi-Hämeenlinna (5 000 - 10 000 tn/vko),
- Luumäki-Lappeenranta (5 000 - 10 000 tn/vko),
- Rauma-Turku-Aura (5 000 - 10 000 tn/vko).

Pohjois-Savon ympäristökeskuksen alueen merkittävimmät liikennevirrat kulkevat 5-tietä pitkin alueen läpi pohjoiseen. Vaarallisten aineiden kuljetustiheydeltä vilkkaimpia ovat tieosuudet Kuopio - Iisalmi (2 000 - 7 900 tn/vko) sekä Varkaus-Jyväskylä ja Varkaus-Juva (500 - 2 000 tn/vko) (Lonka, 1998).

Maantiekuljetuksissa riskialttein suunta on Joensuu - Siilinjärvi suunta. Keskeisimmät kuljetettavat kemikaalit ovat ammoniakki, typpihappo ja fosforihappo. Rautateitse kulkee kemian tuotteita molempiin suuntiin (Lonka, 1998).

Joensuussa keskeisimmät vaarallisten aineiden riskit aiheutuvat maantie- ja rautatiekuljetuksista ja teollisuudesta. Maantiekuljetusten valtareitti kulkee Kaajaanin (60 900 tn/vuosi), Joensuusta Lappeenrantaan (44 600 tn/vuosi). Kemikaaleja kuljetetaan lisäksi Varkauden-Kuopion suuntaan 17 700 tn/vuosi. Lisäksi kaupungin alueella, Onttolassa sijaitsee öljy- ja nestekaasuvarasto (Lonka, 1998).

Polttonestekuljetuksissa käytettävän kuljetuskaluston keskimääräinen kuljetuskapasiteetti on noin 40 tonnia/ajoneuvo. Taulukossa 7 on esitetty eri tieosuuksilla kuljetetut palavien nesteiden määrät sekä kuljetusten keskimääräinen lukumäärä vuonna 1997. Liitteessä 9 on esitetty palavien nesteiden maantiekuljetusreitit vuonna 1997.

Taulukko 7. Saimaan alueen tieosuuksilla kuljetetut palavat nesteet (tn/vko) sekä laskettu kuljetusten keskimääräinen lukumäärä (kpl/vko) vuonna 1997 (Liikenneministeriö, 1999).

Tieosuus	Palavat nesteet, kuljetettu määrä [tn/vko]	Kuljetusten keskimääräinen lukumäärä [kpl/vko]
Luumäki-Lappeenranta	5 000 - 10 000	188
Luumäki-Kouvola	2 000 - 3 000	63
Kouvola-Mikkeli	1 000 - 2 000	38
Mikkeli-Juva-Varkaus	0 - 1 000	13
Varkaus-Kuopio-Siilinjärvi	2 000 - 3 000	63
Varkaus-Joensuu	1 000 - 2 000	38
Juva-Savonlinna	0 - 1 000	13
Imatra-Parikkala-Savonlinna	2 000 - 3 000	63
Imatra-Puumala-Mikkeli	0 - 1 000	13
Parikkala-Joensuu	0 - 1 000	13

### 6.3.3 Rautatiekuljetukset

Vaarallisia aineita kuljetettiin Suomen rautateillä yhteensä n. 8,4 miljoonaa tonnia vuonna 1997. Palavien nesteiden osuus kokonaiskuljetuksista oli 76 % (noin 6,4 milj. tn). Transitokuljetusten osuus kuljetusmäärästä oli 42 %. Transitokuljetuksilla tarkoitetaan lähinnä Venäjältä Suomen kautta kolmansiin maihin tapahtuvia kuljetuksia. Suomen kautta Venäjälle tapahtuu erittäin vähän transitokuljetusta.

Kotimaan kuljetuksista valtaosa oli polttoaineita (benssiini, diesel sekä kevyt ja raskas polttoöljy) ja transitokuljetuksissa öljynjalostusteollisuuden sivutuotteita. Näiden osuus palavista nesteistä oli 79 %. Alkoholisten osuus palavien nesteiden kokonaismäärästä oli 12 % ja muiden aineiden 9 %.

Taulukko 8. Palavien nesteiden rautatiekuljetusmäärät (tn) ja osuudet luokan kokonaismäärästä (%) vuonna 1997 (Liikenneministeriö, 1999).

Jaottelu	Kuljetusmäärä [tn]	Osuus luokan kokonaismäärästä [%]
Palavat nesteet yhteensä	6 422 166	
Yksittäiset aineet:		
- Polttoaineet	5 085 814	79,2
- Alkoholit	793 567	12,4

Palavien nesteiden kuljetusmäärä rautatiekuljetuksissa oli 1 345 miljoonaa tonni-kilometriä, joka vastaa 65 % vaarallisten aineiden rautatiekuljetusten kokonaismäärästä. Keskimääräinen kuljetusetäisyys oli 209 km.

Valtaosa vaarallisten aineiden rautatiekuljetuksista kulki Vainikkalasta Kouvolaan, josta kuljetukset jakautuivat Kotkan, Haminan ja Sköldvikin satamiin. Palavien nesteiden pääkuljetusreitit olivat:

- Vainikkala-Kouvola (80 000 - 120 000 tn/vko)
- Kouvola-Riihimäki-Sköldvik (40 000 - 80 000 tn/vko)
- Kouvola-Hamina (40 000 - 80 000 tn/vko)
- Kouvola-Kuopio (10 000 - 20 000 tn/vko)

Liitteessä 10 on esitetty vaarallisten aineiden rautatiekuljetukset.

Vaarallisia aineita kuljettavat rautatiereitit kulkevat etelästä pohjoiseen (2 800 - 7 100 tn/vko), ja toisaalta itärajalta Siilinjärven kautta Kokkolaan kulkee (330 - 9 000 tn/vko) erittäin myrkyllisiä kaasuja. Tärkeimmät teollisuuskeskittymät ovat Siilinjärven Kemiran tehtaat ja Enso Gutzeit Varkaudessa (Lonka, 1999).

Taulukossa 9 on esitetty Saimaan alueen rataosuuksilla vuonna 1997 kuljetettujen vaarallisten aineiden kuljetusten luokan 3 määrät nettotonneina sekä vaunumäärinä.

Yhden vaunun kuljetuskapasiteetti on 50 - 60 tn. Koko maassa kuljetettiin rautatiellä palavia nesteitä 6,4 milj. tonnia (108 434 vaunua) vuonna 1997 (VR, 1997).

Taulukko 9. Vaarallisten aineiden luokan 3 kuljetukset Saimaan alueella vuonna 1997 (Liikenneministeriö, 1999).

Rataosuus	Kuljetetut nettotonnit [1 000 tn]	Vaunumäärä [kpl]
Vainikkala-Luumäki	5 804	96 321
Luumäki-Kouvola	5 741	95 312
Kouvola- Pieksämäki	302	5 988
Pieksämäki-Varkaus	176	3 452
Varkaus-Viininjärvi	36	620
Pieksämäki -Kuopio-Siilinjärvi	146	2 907
Luumäki-Lappeenranta	141	2 553
Lappeenranta-Imatra	60	1 124
Imatra-Parikkala	59	1 116
Parikkala-Savonlinna	0,2	12
Parikkala-Puhos	59	1 106
Puhos-Niirala	49	940
Niirala-Joensuu	134	2 381
Joensuu-Viininjärvi	78	1 344
Viininjärvi-Siilinjärvi	42	724

### 7.1 Onnettomuustilastot ja niiden luokittelu

Tässä selvityksessä on esitetty vuosien 1982-1998 Saimaan syväväylällä tapahtuneet alusonnettomuudet. Tiedot perustuvat Merenkululaitoksen (1996b) vuosien 1982-1994 onnettomuusanalyysiin, Dannenbergin (1989) vuosien 1978-1987 Saimaan syväväylien onnettomuuksiin sekä Järvi-Suomen merenkulkupiiristä saattuihin vuosien 1995-1998 onnettomuuksiin.

Merenkululaitoksen (1996a) selvityksessä on jaoteltu onnettomuudet vaurion suuruuden mukaan. Menettelyä soveltaen vuosien 1982-1998 onnettomuudet on jaoteltu: ei vahinkoa, vähäiset ja melkoiset vahingot. Sisävesillä tapahtuneiden onnettomuuksien vaurioiden kustannukset ovat keskimäärin 0,2 milj. mk vuodessa, eikä tarkastelujaksolla onnettomuuksien aluksista ole tullut hylkyjä. Tämän perusteella taulukoissa esitetyt melkoisia vahinkoja voidaan pitää useassa tapauksessa vaikutuksiltaan vähäisinä.

Taulukossa 10 on esitetty Saimaan kanavalla ja syväväylällä vuosina 1982-1998 tapahtuneet alusonnettomuudet, joista on tehty merivaurioilmoitus. Taulukossa ei ole mukana Saimaan kanavalle aiheutuneita kanavavaurioita, joita esim. vuosina 1978-1987 rahtialukset aiheuttivat 122 kpl. Saimaan syväväylällä alusonnettomuuksia tapahtui yhteensä 99 kappaletta. Näistä 57 kappaletta (57,6 %) oli karilleajoja tai pohjakosketuksia. Yhteentörmäyksiä tapahtui 42 kappaletta. Saimaan syväväylällä onnettomuuksista tapahtui 73,7 % eli yhteensä 73 kappaletta. Syväväylällä tapahtuneista onnettomuuksista valtaosa (seitsemän tapausta kymmenestä 7/10) oli karilleajoja tai pohjakosketuksia. Vastaavasti Saimaan kanavalla tapahtuneista onnettomuuksista oli noin 70 % oli törmäyksiä.

Taulukon 11 tilastojen perusteella ilmoitukseen johtavia alusonnettomuuksia tapahtui keskimäärin 5,8 kertaa vuodessa, joista Saimaan syväväylällä noin 4,3. Pohjakosketuksia ja karilleajoja tapahtui keskimäärin 3,4 kertaa vuodessa. Keskimääräistä enemmän onnettomuuksia tapahtui vuosina 1987 (16 kertaa) ja 1994 (8 kertaa). Vastaavasti keskimääräistä vähemmän alusonnettomuuksia tapahtui vuosina 1988 ja 1992 (kolme onnettomuutta kunakin vuonna).

Taulukossa 11 esitetyssä onnettomuustilastossa on vähennetty sellaiset onnettomuudet, joissa alukselle ei ole aiheutunut vahinkoa. Saimaan syväväylällä määrä laskee 49 onnettomuuteen (keskimäärin 2,9 kertaa vuodessa), joista pohjakosketusten osuus on 33 kertaa (keskimäärin 1,9 kertaa vuodessa). Vastaavasti Saimaan kanavalla määrä laskee 18 onnettomuuteen (keskimäärin 1,1 kertaa vuodessa). Onnettomuuksien osuus, joissa alukselle ei ole aiheutunut vahinkoa, on noin 32 % kaikista onnettomuuksista.

Taulukossa 12 on esitetty vuosien 1982-1998 onnettomuudet, joista on aiheutunut melkoinen vahinko aluksen arvoon verrattuna. Tarkastelussa ei ole otettu huomioon aluksen rungon vähäisiä painumia, kölien vääntymisiä eikä aluksen yllärakenteille aiheutuneita vähäisiä vahinkoja (esim. kaiteiden vääntyminen).

Taulukko 10. Järvi-Suomen merenkuluntarkastustoimistoon ilmoitetut Saimaan kanavalla ja syväväylällä vuosina 1982-1998 tapahtuneet karilleajot/pohjakosketukset ja yhteentörmäykset (Lähteet: Järvi-Suomen merenkulupiiri ja Merenkululaitos (1996b)).

Vuosi	Saimaan syväväylä		Saimaan kanava		Yhteensä
	karilleajo/pohjakosketus	yhteentörmäys	karilleajo/pohjakosketus	yhteentörmäys	
1982	2	1	1	0	4
1983	2	1	1	1	5
1984	3	0	0	1	4
1985	4	1	0	0	5
1986	1	2	1	2	6
1987	8	3	0	5	16
1988	1	2	0	0	3
1989	3	1	1	0	5
1990	3	1	0	1	5
1991	3	0	0	1	4
1992	0	2	1	0	3
1993	4	1	0	1	6
1994	4	1	1	2	8
1995	2	3	0	1	6
1996	3	2	0	0	5
1997	4	0	1	2	7
1998	2	3	1	1	7
<b>Yhteensä</b>	<b>49</b>	<b>24</b>	<b>8</b>	<b>18</b>	<b>99</b>

Taulukko 11. Vuosina 1982-1998 tapahtuneet karilleajot/pohjakosketukset ja yhteentörmäykset, joissa vahingon suuruus on vähintään vähäinen (Lähteet: Järvi-Suomen merenkulupiiri, Merenkululaitos (1996b)).

Vuosi	Saimaan syväväylä		Saimaan kanava		Yhteensä
	karilleajo/pohjakosketus	yhteentörmäys	karilleajo/pohjakosketus	yhteentörmäys	
1982	1	0	0	0	1
1983	2	1	0	1	4
1984	1	0	0	1	2
1985	1	0	0	0	1
1986	1	0	0	2	3
1987	5	2	0	3	10
1988	0	1	0	0	1
1989	2	1	1	0	4
1990	2	1	0	1	4
1991	2	0	0	0	2
1992	0	1	1	0	2
1993	2	0	0	1	3
1994	3	1	0	1	5
1995	2	3	0	1	6
1996	3	2	0	0	5
1997	4	0	1	2	7
1998	2	3	1	1	7
<b>Yhteensä</b>	<b>33</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>14</b>	<b>67</b>

Onnettomuuksia, joissa vaurio on melkoinen aluksen arvoon verrattuna, tapahtui vuosina 1982-1998 yhteensä 17 kappaletta (keskimäärin kerran vuodessa). Näistä tapahtui Saimaan syväväylällä 14 kertaa (keskimäärin 0,8 kertaa vuodessa). Pohjakosketuksien ja karilleajojen osuus oli noin 71 %. Onnettomuusselvitysten perus-

teella melkoisina vaurioina pidettiin mm. painolastitankkien repeytymiä ja vuotoja (4 kappaletta), keulan repeytymiä (6 kappaletta), halkeamia ja painumia (4 kappaletta) (taulukko 13). Yhteentörmäys toiseen alukseen saattaa johtaa ihmishenkien menetykseen, jolloin pelastusorganisaation valmius on myös oleellisen tärkeää.

Taulukko 12. Vuosina 1982-1998 tapahtuneet karilleajot/pohjakosketukset ja yhteentörmäykset, joissa vahingon suuruus on melkoinen (Lähteet: Järvi-Suomen merenkulkuupiiri, Merenkululaitos (1996b)).

Vuosi	Saimaan syväväylä		Saimaan kanava		Yhteensä
	karilleajo	/pohjakosketus yhteentörmäys	karilleajo	/pohjakosketus yhteentörmäys	
1982	0	0	0	0	0
1983	1	0	0	0	1
1984	0	0	0	1	1
1985	0	0	0	0	0
1986	0	0	0	0	0
1987	1	1	0	0	2
1988	0	1	0	0	1
1989	1	1	0	0	2
1990	1	0	0	0	1
1991	1	0	0	0	1
1992	0	0	0	0	0
1993	2	0	0	1	3
1994	3	0	1	0	4
1995	0	0	0	0	0
1996	0	0	0	0	0
1997	0	0	0	0	0
1998	1	0	0	0	1
<b>Yhteensä</b>	<b>11</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>17</b>

Taulukko 13. Saimaan kanavalla ja syväväylällä tapahtuneiden suuruudeltaan melkoisten vaurioiden jakautuminen eri tyyppeihin.

	Lukumäärä	Onnettomuustyyppi
Kaksoispohja- tai painolastitankkien repeytymä/vuoto	4	pohjakosk./karilleajo
Repeytymä tai painuma keularakenteissa	6	törmäys-karilleajo
Kyljen repeytymä	1	törmäys
Syvä painuma	4	pohjakosketus
Kansirakenteiden suuret vauriot	1	törmäys
Muun aluksen rikkoutuminen	1	törmäys

Taulukko 14. Vuosien 1982-1998 alusjonnettomuuksien jaottelu vaurion suuruuden (aluksen arvoon verrattuna) perusteella.

	Ei vaurioita	Vaurion suuruus		Yhteensä
		Vähäinen	Melkoinen	
<b>Syväväylä</b>				
- pohjakosketus	16 (32,7 %)	21 (42,9 %)	12 (24,4 %)	49 (100 %)
- yhteentörmäys	8 (33,3 %)	14 (58,3 %)	2 (8,4 %)	24 (100 %)
<b>Saimaan kanava</b>				
- pohjakosketus	4 (50,0 %)	3 (37,5 %)	1 (12,5 %)	8 (100 %)
- yhteentörmäys	4 (22,2 %)	12 (66,6 %)	2 (11,2 %)	18 (100 %)
Yhteensä	32 (32,3 %)	50 (50,5 %)	17 (17,2 %)	99 (100 %)

Taulukossa 14 on esitetty vuosina 1982-1998 tapahtuneiden alusonnnettomuuksien jakautuminen vaurion suuruus aluksen arvoon verrattuna. Onnettomuuksien yhteydessä ei ole päässyt vuotamaan polttoainetta veteen.

Taulukon arvojen perusteella Saimaan syväväylällä tapahtunut pohjakosketuksen vauriot olivat melkoiset 24,4 % tapauksista, kun taas yhteentörmäyksien ja Saimaan kanavalla tapahtuneiden onnettomuuksien osuudesta vauriot olivat melkoisia vain noin puolta vähemmissä tapauksissa (8,4...12,5 %). Yhteentörmäyksissä vaurioiden suuruus oli useimmissa tapauksissa vähäinen (58,3 ja 66,6 %).

## 7.2 Onnettomuuspaikkojen sijainti

Onnettomuuksia tarkastellaan myös niiden sijainnin mukaan. Tarkasteltava alue jaetaan seuraaviin osiin:

- Saimaan kanava,
- Lappeenrannan lähialue (Kyläniemeen saakka),
- Puumalan - Sulkavan alue,
- Savonlinnan lähialue (väli Kommerniemi - Pieni Haukivesi),
- Varkauden ja Savonrannan alue,
- Varkauden yläpuolinen alue (Kuopioon ja Siilinjärvelle) sekä
- Savonrannan yläpuolinen alue (Puhokseen ja Joensuuhun, Vihtakannan kanava mukaan lukien).

Taulukossa 15 on esitetty eri alueilla vuosina 1982-1998 tapahtuneet alusonnnettomuudet vaurion suuruuden mukaan lajiteltuna. Onnettomuuspaikan sijainnin suhteen suuruudelta melkoisia vaurioita suhteessa aluksen arvoon tapahtui Puumalan ja Sulkavan alueella yhteensä kuusi (6) kertaa, Saimaan kanavalla (3 kertaa) ja Savonrannan yläpuolella (3 kertaa). Saimaan kanavalla tapahtuneet vaurioiltaan melkoiset onnettomuudet tapahtuivat Bruchnitchnoen (2 kertaa) ja Mälkiän suluilla.

Savonlinnan ja Lappeenrannan välisellä alueella on tapahtunut vuosina 1982-1998 yhteensä 42 onnettomuutta, joista yhdeksän (9) vauriot ovat olleet melkoiset. Saimaan syväväylän onnettomuuksista Savonlinnan eteläpuolella on tapahtunut noin 60 % ja vaurioiltaan melkoisista onnettomuuksista yli 53 %. Saimaan syväväylän Savonlinnan pohjoispuolen alueiden onnettomuudet ovat suuruudeltaan 10 % luokkaa. Huomioitavaa on, että Savonrannan, Puhoksen ja Joensuun alueella vaurioiltaan melkoisia onnettomuuksia on tapahtunut kolme kappaletta eli noin 18 % kyseisistä onnettomuuksista.

Taulukko 15. Vuosina 1982-1998 tapahtuneiden alusonnnettomuuksien alueellinen jakautuma vaurion suuruuden mukaan lajiteltuna.

Alue	Vaurion suuruus			Yhteensä
	Ei vaurioita	Vähäinen	Melkoinen	
Saimaan kanava	8	15	3	26
Lappeenrannan alue	5	4	2	11
Puumala - Sulkava	6	4	6	16
Savonlinnan alue	4	10	1	15
Savonlinna - Varkaus - Savonranta	3	8	1	13
Varkauden yläpuoli	4	5	1	9
Savonrannan yläpuoli	2	4	3	9
<b>Yhteensä</b>	<b>32</b>	<b>50</b>	<b>17</b>	<b>99</b>



Lisäksi on otettava huomioon, että Saimaan syväväylän hankalien kohteiden onnettomuudet vääristävät tilastoja. Tällaisia kohteita ovat Savonlinnan Kyrönsalmi, Savonrannan Vihtakannan kanava, Sulkavan Vekara ja Leppävirran Konuksen kanava. Kyrönsalmessa on tapahtunut 80 % Savonlinnan alueen onnettomuuksista eli yhteensä 12 kertaa. Vihtakankaan kanavalla on tapahtunut 6 onnettomuutta eli 75 % Savonrannan yläpuolisista onnettomuuksista. Sulkavan Vekaran lähistöllä on tapahtunut viisi (5) onnettomuutta eli noin 31 % Puumalan ja Savonrannan alueen onnettomuuksista. Konnuksen kanavalla on tapahtunut (3) onnettomuutta eli yli 33 % Varkauden pohjoispuolista onnettomuuksista. Lisäksi Puumalan Pahikassa ja Kuopion alapuolella olevassa Kolikonsalmessa on tapahtunut kaksi onnettomuutta.

### **7.3 Usean onnettomuuden kohteet**

Tässä kappaleessa tarkastellaan lähemmin Savonlinnan Kyrönsalmea, Vihtakannan kanavaa ja Sulkavan Vekaraa. Konnuksen kanavalla tapahtuneissa onnettomuuksista kahdessa mukana oli hinaaja. Ainoastaan yhdessä tapauksessa vaurion suuruus oli vähäinen.

#### **7.3.1 Savonlinnan Kyrönsalmi**

Savonlinnan Kyrönsalmea on käsitelty kappaleessa 2.2.2 (Savonlinnan syväväylän siirto), jossa selostetaan syväväylän siirtoaikeista Laitaatsiltaan sekä aluksen navigoinnin vaikeuksista.

Kyrönsalmessa on tapahtunut vuosina 1982-1998 yhteensä 12 onnettomuutta, joista ainoastaan yksi on aiheutunut pohjakosketuksesta. Muiden ollessa yhteentörmäyksiä. Neljässä tapauksessa aluksen runkoon ei aiheutunut vahinkoja. Kahdessa tapauksessa sillan alituksessa oli ilmoitettu aluksen väärä korkeus, jolloin antenneja, valonheittäjiä ja tutkia oli vaurioitunut. Vahinkojen suuruus on arvioitu olevan muissa tapauksissa vain vähäisiä.

Kyrönsalmen vaikeus on tiedostettu ja syväväylän siirtoa suunnitellaan. Hankkeen toteutumiseen vaikuttaa ratkaisevasti hankkeen kustannukset ja kannattavuus. Sisävesillä tapahtuneiden alusonnettomuuksien keskimääräiset vuosikustannukset on arvioitu olevan noin 0,2 milj.m (kuva 25), josta Kyrönsalmessa tapahtuneiden osuus on huomattavasti pienempi. Syväväylän siirron perusteeksi ei riitä pelkästään vahinkokustannussäästö, vaikka otettaisiin huomioon kaikki sisävesillä tapahtuneiden onnettomuuksien kustannukset.

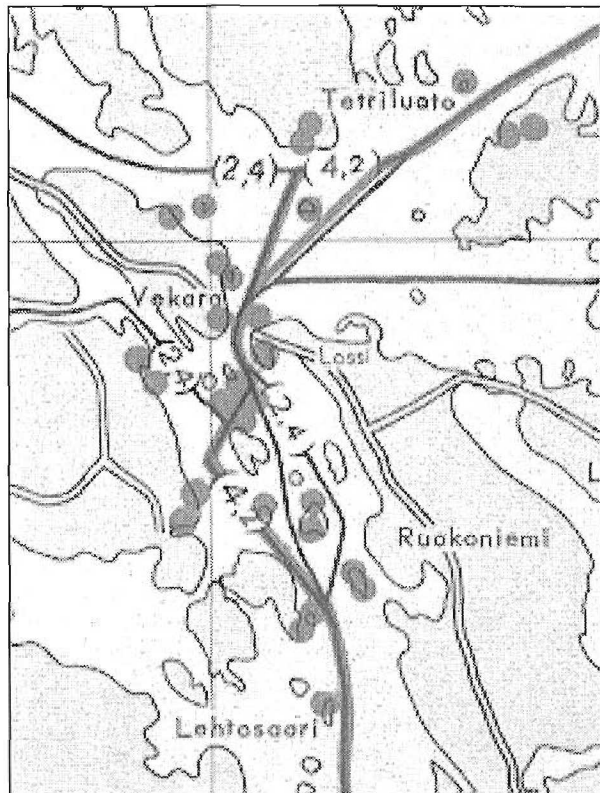
#### **7.3.2 Vihtakannan kanava**

Vihtakannan kanavan levitystä on käsitelty kappaleessa 2.2.1. Kanavan ylijohdavan kääntyvän maantiesillan virtapilari on keskellä kanavaa. Talven 1991-1992 aikana suoritettiin kanavan levitys.

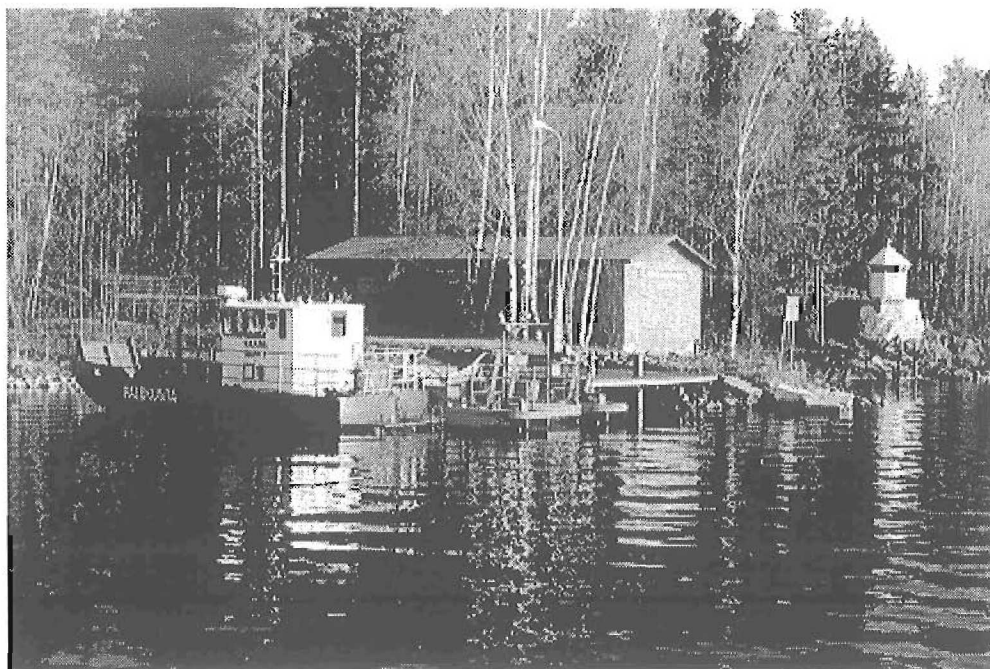
Vihtakannan kanavassa on sattunut yhteensä kuusi (6) onnettomuutta, joista yksi on tapahtunut kanavan levityksen jälkeen. Kahdessa onnettomuudessa ei ole aiheutunut vahinkoja. Muissa tapauksissa vahingot ovat jääneet vähäisiksi. Vuonna 1995 tapahtuneessa onnettomuudessa alus törmäsi proomuun. Onnettomuuden syyksi on kirjattu inhimillinen erehdys.

### 7.3.3 Sulkavan Vekara

Vekaransalmi sijaitsee Sulkavan keskustasta noin 9 km kaakkoon. Salmen yli liikennöi lossi. Etelästä päin tultaessa alus joutuu tekemään väylällä useita käännöksiä ennen lossille tuloa (kuva 29). Vekaransalmessa sijaitsee myös Sulkavan palokunnan öljyntorjunta-alus ja öljyntorjuntavarasto (kuva 30).



Kuva 29. Saimaan syväväylä ja sen merkintä Vekaransalmen kohdalla.



Kuva 30. Sulkavan öljyntorjuntavene ja varasto Vekaransalmessa.

Vekarassa ja sen läheisyydessä on tapahtunut vuosina 1982 - 1998 yhteensä viisi onnettomuutta. Kaikki onnettomuudet ovat olleet pohjakosketuksia tai karilleajoja. Vekaran pohjoispuolella Myhkyräsaaren kohdalla tapahtuneessa onnettomuudessa alus sai pohjakosketuksessa vuodon kaksoispohjatankkiin. Vekaran salmessa tapahtuneet onnettomuudet ovat tapahtuneet sumussa. Toisessa näistä tapauksissa aluksessa ei havaittu vaurioita, mutta toisessa aluksen keulaan vesirajan alapuolelle tuli 75 cm pitkä ja 15 cm syvä painuma. Vekaran eteläpuolella tapahtuneissa kahdessa onnettomuudessa syinä olivat sumu ja liikkuva jäälautta.

Onnettomuuksien lukumäärän ja vaurioiden suuruuden perusteella Vekara on hankala paikka. Onnettomuuksiin ovat vaikuttaneet eniten luonnonolosuhteet. Kokemusten mukaan Sulkavan ja myös Puumalan alueella sumu muodostuu äkillisesti ja yllättäen, jolloin kapealla ja mutkikkaalla reitillä väylältä eksymisen mahdollisuus kasvaa. Vekaransalmi on myös talvella sulana pysyvä alue, joten väylään ei muodostu ohjailuja helpottavia rännejä.

## Riskitarkastelu

### 8.1 Laskelmien lähtötiedot

Riskitarkastelu on suoritettu alueittain liikennetiheyden ja kuljetetussuoritteiden suhteen. Tällöin menetelmä on verrannollinen merisatamien sisääntuloväylien riskitarkasteluihin. Tarkastelu perustuu luvussa 7 esitettyyn onnettomuustilastojen analyysiin sekä syväväylän osien tavaramääriin, kuljetussuoritteeseen ja liikennöintitiheyteen.

Riskitarkastelussa syväväylä on jaettu liikennemäärien suhteessa osiin. Alueiden jako vastaa suurinpiirtein nykyisten luotsialueiden rajoja ja siirryttäessä seuraavan luotsipiirin alueelle vaihtuvat myös luotsit. Tällöin aluksen kulku tarkastelualueen läpi voidaan pitää itsenäisenä tapahtumana, johon toisen alueen toiminnot eivät vaikuta.

Syväväylä on jaettu viiteen (5) osaan: Saimaan kanava, Puumala - Savonlinna alue, Savonlinna - Varkaus - Savonranta, Varkauden pohjoispuoli sekä Savonrannan pohjoispuoli. Syväväylän osien liikennemäärät on määritetty Merenkulkulaitoksen julkaisujen Kotimaan vesiliikenne (Merenkulkulaitos, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996a, 1997, 1998a ja 1999) -tilastojen aluskuljetusten perusteella (vrt. kuva 13) sekä 1980-luvun aluskuljetukset on arvioitu 1990-luvun väylän osan ja Saimaan kanavan liikennemäärien keskimääräisellä suhdeluvulla. Syväväylän osien liikennöintitiheys on laskettu taulukossa 2 määritetyn aluksen keskimääräisen lastin perusteella. Syväväylän eri osien kuljetussuorite (milj. tonni-km) on laskettu keskimääräisen lastin, liikennetiheyden ja mitattujen syväväylän pituuksien mukaan. Syväväylän osien kuljetusmäärät ja alusten lukumäärä on esitetty liitteessä 11 ja kuljetussuoritteet liitteessä 12. Taulukossa 16 on esitetty eri väylän osien keskimääräiset tavaramäärät, kuljetussuoritteet ja alustiheydet. Lasketut kuljetussuoritteet ovat suurempia kuin Dannebergin julkaisussa ilmoittamat. Laskelmat on suoritettu aluksen keskimääräisen lastin perusteella. Todellisuudessa osa aluksista kulkee täydellä lastilla ja osa kulkee ilman lastia.

Savonlinnan jälkeen Haukivedellä liikenne jakautuu Varkaus-Kuopio ja Puhoos-Joensuu suuntiin. Tämän vuoksi Savonlinnan pohjoispuolella alusmäärät pienenevät huomattavasti Savonlinnan eteläpuoliseen verrattuna.

Taulukko 16. Riskitarkasteluissa eri väylän osien keskimääräiset tavaramäärät, kuljetussuoritteet ja alustiheydet vuosina 1982-1998.

	Kuljetettu tavaramäärä [milj. t / a]	Kuljetussuorite [milj. t-km / a]	Matka [km]	Alustiheys [alus / a]
Saimaan kanava	1,45	62,4	43	1936
Lappeenrannan alue	1,45	58,2	40	1936
Puumala-Sulkava	1,08	97,0	90	1426
Savonlinnan alue	1,08	32,3	30	1426
Savonlinna-Varkaus-Savonranta	0,61	40,2	66	805
Varkauden pohjoispuoli	0,20	15,6	79	260
Savonrannan pohjoispuoli	0,35	22,5	65	458

## 8.2 Onnettomuusriski ja alusvahingon suuruuden vaikutus

Saimaalla tapahtuneissa alusonnettomuuksissa ei ole päässyt vuotamaan polttoainetta vesistöön. Syväväylän osien riskitarkastelun tulokset on esitetty liitteessä 13. Saimaan kanavan tavaramäärien ja Pällin sulun kautta kulkeneiden lastialusten perusteella on laskettu Saimaan kanavan ja Lappeenrannan alueen onnettomuusriski. Puumala ja Savonlinnan tavara- ja alusmäärien perusteella on laskettu välin Puumala - Sulkava ja Savonlinnan alueen onnettomuusriski. Savonlinna - Varkaus - Savonranta alueen onnettomuusriski on laskettu Varkauden tavara- ja alusmäärien perusteella. Varkauden ja Savonrannan pohjoispuolen onnettomuusriskit on laskettu vastaavien alueiden tavara- ja alusmäärien perusteella. Riskitarkastelujen tulokset on koottu taulukoihin 17 ja 18.

Aluksen mahdollisuus joutua onnettomuuteen Saimaan kanavalla ja syväväylän eri osilla on keskimäärin 0,95 onnettomuutta /1 000 alusmatkaa kohti. Liikennetiheyden perusteella keskimääräistä suurempi onnettomuusriski on Savonlinnan pohjoispuolella olevilla väyläosuuksilla. Varkauden pohjoispuolella onnettomuusriski on yli kaksinkertainen keskimääräiseen arvoon verrattuna (1,96 onnettomuutta /1 000 alusmatkaa kohti). Toisaalta Savonlinnan pohjoispuolella liikennemäärät laskevat huomattavasti. Kun onnettomuuksista erotetaan tapaukset, joissa ei ole aiheutunut alukselle vahinkoa, alenee keskimääräinen onnettomuusriski 0,67 onnettomuuteen 1 000 alusmatkaa kohti. Polttoainesäiliöiden vuotoriski alkaa olla todennäköinen vasta vaurion ollessa melkoinen. Tällöin keskimääräinen onnettomuusriski on 0,16 onnettomuutta /1 000 matkaa. Puumalan ja Sulkavan alueella, Varkauden ja Savonrannan pohjoispuolella onnettomuusriski on keskimääräistä suurempi. PIANC (1997) mukaan Pohjois-Euroopan satamien sisääntuloväylillä onnettomuusriski on suuruudeltaan 0,03 tapausta 1000 matkaa kohti. Tähän lukuun verrattuna Saimaan syväväylän onnettomuusriski on huomattavasti suurempi.

Kuljetussuoritteen perusteella keskimääräinen riski on 21,4 onnettomuutta / mrd tonni-km eli yksi onnettomuus 46,7 milj. tonni-km kohti. Saimaan kanavalla ja Savonlinnan alueella nousee kuljetussuoritteen mukaan laskettu onnettomuusriski keskimääräistä suuremmaksi, päinvastoin kuin liikennetiheyden mukaan laskettuna. Varkauden pohjoispuolella onnettomuusriski on noin 1,5-kertainen keskimääräiseen verrattuna. Aluksen mahdollisuus saada vähintään vähäisiä vaurioita on yksi onnettomuus 69,4 milj. tonni-km kohti. Tällöin Savonlinnan alueella on suurin onnettomuusriski (onnettomuus / 48,3 milj. tonni-km). Onnettomuusriski saada melkoisia vaurioita suhteessa aluksen arvoon on keskimäärin yksi onnettomuus 295 milj. tonni-km kohti.

Taulukko 17. Saimaan kanavan ja syväväylän osien alusten onnettomuusriski onnettomuuden suuruuden mukaan kuljetussuoritetta kohti (onnettomuus / mrd tonni-km).

	Onnettomuuden suuruus		
	Kaikki	Vähäinen	Melkoinen
Saimaan kanava	24,8	16,6	3,0
Lappeenrannan alue	11,9	7,7	2,0
Puumala-Sulkava	8,8	5,5	3,4
Savonlinnan alue	29,0	20,7	2,2
Savonlinna-Varkaus-Savonranta	18,1	12,4	1,7
Varkauden pohjoispuoli	33,3	19,9	3,8
Savonrannan pohjoispuoli	24,2	18,0	7,6
Keskiarvo	21,44	14,4	3,39

Taulukko 18. Saimaan kanavan ja syväväylän osien alusten onnettomuusriski onnettomuuden suuruuden mukaan liikennöintitiheyttä (onnettomuus / 1000 alusmatkaa kohti).

	Onnettomuuden suuruus		
	Kaikki	Vähäinen	Melkoinen
Saimaan kanava	0,81	0,57	0,10
Lappeenrannan alue	0,35	0,22	0,06
Puumala-Sulkava	0,63	0,44	0,26
Savonlinnan alue	0,61	0,46	0,03
Savonlinna-Varkaus-Savonranta	1,02	0,74	0,08
Varkauden pohjoispuoli	1,96	1,34	0,20
Savonrannan pohjoispuoli	1,24	0,91	0,41
Keskiarvo	0,95	0,67	0,16

### 8.3 Vihtakannan kanavan parannustoimenpiteiden vaikutus

Vihtakannan kanavan laajennuksen (1991-1992) jälkeen on kanavassa tapahtunut yksi alusonnettomuus (vuonna 1995). Tällöin puutavaralastissa ollut alus törmäsi proomuun. Onnettomuuden syynä oli inhimillinen erehdys. Vaurion suuruus oli vähäinen. Vihtakannan kanavan parannustoimenpiteiden vaikutusta tarkastellaan vuosien 1992-1998 Savonrannan pohjoispuolisen syväväylän onnettomuusriskiä.

Tilastojen perusteella onnettomuusriskit ovat

	liikennetiheys	kuljetussuorite
• kaikki	1,6 onnettomuus/1000 alus,	27,1 onnettomuus/mrd tonni-km,
• vähäinen	1,1 onnettomuus/1000 alus,	18,3 onnettomuus/mrd tonni-km,
• melkoinen	0,7 onnettomuus/1000 alus,	12,8 onnettomuus/mrd tonni-km

Tilastojen mukaan Savonrannan pohjoispuoleisen väylän vuosien 1992-1998 onnettomuusriski on jopa hiukan suurempi kuin pitemmän ajan keskiarvo. Tämä johtuu siitä, että kaikki muut syväväylän osalla tapahtuneet onnettomuudet sijoittuvat tälle myöhemmälle ajanjaksolle. Lisäksi on otettava huomioon, ettei syväväylän osalle ole kirjattu havereita vuosina 1996-1998. Lyhyen tarkasteluajan jakson vuoksi ei voida varmuudella sanoa, onko parannustoimenpiteellä ollut vaikutusta alusturvallisuuteen.

### 8.4 Riskien pienentämismahdollisuudet

Syväväylällä tapahtuu onnettomuuksia harvoin eikä ole osoitettavissa selviä ongelmakohtia Savonlinnan Kyrönsalmen lisäksi. Järvi-Suomen merenkulkupiiri hoitaa ja ylläpitää Saimaan kanavaa ja syväväylästä. Alusten turvallisuuden osalta toteutetaan IMO:n esittämää Port State Controlia, jossa Saimaan syväväylällä liikennöivistä aluksista noin 25 % tarkastetaan. Saimaalla liikennöivistä aluksista voidaan todeta, että ne ovat yleensä korkeatasoisia. Saimaan alueen VTS-järjestelmä on tarkoitus ottaa käyttöön vuonna 2003. Saimaan syväväylän luotsit ovat erittäin ammattitaitoisia ja tuntevat alueensa väylät hyvin. Väylästä on luotu asetuksilla säännöstö, jonka perusteella ahtaiden ja kapeiden kanavaosuuksien sekä avattavien siltojen onnettomuusriskiä on pienennetty. Edellä esitetyn perusteella ei ole syytä kehittää erillistä ohjetta esim. liikennöintirajoituksiksi.

Ainoana käytännön alusturvallisuutta lisäävänä tekijänä voidaan ajatella, että siirtyminen automaattisesta ohjauksesta (suora väyläosuus) käsiohjaukseen (kaarreoisuus) tulisi tehdä nykyistä aiemmin. Tällöin käsiohjauslaitteet voidaan testata ja selvittää mahdolliset ohjauslaitteiden viat.

#### 8.4.1 Kyrönsalmen syväväylän siirto

Savonlinnan Kyrönsalmissa on tapahtunut 12 onnettomuutta, joka vastaa 80 % Savonlinnan alueen onnettomuuksista. Kyrönsalmen navigointia vaikeuttavat väylän jyrkkä kaarre ( $r = 200$  m), virtaukset sekä salmen yli johtavat sillat.

Riskien pienentämisen kannalta syväväylän siirto Kyrönsalmesta Laitaatsilta tai Aholahteen pienentää onnettomuusriskiä. Laitaatsillan kautta navigointi tulisi olemaan huomattavasti helpompaa kuin usean käännöksen ja poikittaisvirtausten Kyrönsalmi.

### 8.5 Maakuljetusten onnettomuudet

Vaarallisten aineiden kuljetuksissa tapahtuneista onnettomuuksista on saatavilla ainoastaan hajanaisia tietoja. Onnettomuuksia ei ole eritelty vakuutusyhtiöiden liikennevahinkotilastoissa. Tilastot perustuvat liikennevakuutusyhtiöiden toimitamiin tiedostoihin, jotka on kokoonpanttu vakuutuksenottajien vahinkoilmoituksista, poliisitutkintapöytäkirjoista sekä maksetuista korvauksista (Liikennevakuutuskeskus, 1999).

Taulukkoon 19 on kerätty tiedot kotimaassa rekisteröityjen kuorma-autojen kuljetussuoritteet vuosilta 1995-1997. Vaarallisten aineiden kuljetustietojen erittely tieliikenteen osalta aloitettiin vuonna 1995. Tiedot perustuvat Tilastokeskuksen julkaisemiin Liikennetilastollisiin vuosikirjoihin vuosilta 1996-1998 (Tilastokeskus, 1996, 1997 ja 1998). Tiedot poikkeavat hieman Liikenneministeriön tutkimuksen tiedoista.

Taulukkoon 20 on kerätty tiedot kuorma-autoille sattuneista liikennevahingoista vuosilta 1995-1997. Tiedot perustuvat Vakuutusyhtiöiden liikennevahinkotilastoon vuodelta 1997 (Liikennevakuutuskeskus, 1999).

Taulukko 19. Kotimaassa rekisteröityjen kuorma-autojen kuljetussuoritteet vuosilta 1995-1997 (Tilastokeskus, 1996, 1997 ja 1998).

Vuosi	Kuljetussuoritteet [milj.t-km]			VAK-kuljetusten osuus koko tieliikenteestä (%)	Palavien nesteiden osuus VAK-kuljetuksista (%)
	Kuljetukset kotimaassa yhteensä	Vaarallisten aineiden kuljetukset	Palavien nesteiden osuus VAK-kuljetuksista		
1995	22 339	1 734	938	7,76	54,09
1996	23 174	1 549	815	6,68	52,61
1997	24 511	1 552	1 008	6,33	64,95

Taulukko 20. Kuorma-autojen liikennevahingot vuosina 1995-1997 (Liikennevakuutuskeskus, 1999).

Vuosi	Kuorma-autot ilman perävaunua	Perävaunulliset kuorma-autot	Kuorma-autot yhteensä
1995	3 364	1 035	4 399
1996	3 298	1 008	4 306
1997	3 622	939	4 561



Liikenneministeriön (1997) tutkimuksessa kartoitettiin Suomessa vuosina 1990-1996 maanteillä tapahtuneet vaarallisten aineiden kuljetusonnettomuudet sekä selvitettiin, minkälaisia vaikutuksia kuljetuksilla on ollut ympäristöön ja ihmisten terveyteen. Selvityksen yhteydessä saatiin tiedot 105 erisuuruudesta vaarallisten aineiden tiekuljetusonnettomuudesta. Eniten onnettomuuksia oli sattunut polttonesteiden kuljetusten yhteydessä ja 80 tapauksessa oli kuljetettavaa ainetta valunut maahan.

Onnettomuuksien vaikutusten selvittämiseksi kerättiin vahinkoalueita koskevaa tutkimustietoa. Tutkimuksia on tehty muutaman pohjavesialueella tapahtuneen onnettomuuden yhteydessä ja näiden mukaan vaarallisten aineiden kuljetusten vaikutukset ympäristöön ja ihmisten terveyteen ovat olleet melko pieniä.

Tyypillisimpiä vaarallisten aineiden kuljetusonnettomuuksia ovat säiliöauton kaatuminen joko ojaanajon tai muun syyn seurauksena sekä säiliöauton törmäminen toiseen ajoneuvoon. Onnettomuuksia on sattunut eniten öljykuljetusten (kevyt ja raskas polttoöljy sekä dieselöljy) sekä bensiinin kuljetusten yhteydessä. Tämä on luonnollista, sillä n. 80 % vaarallisten aineiden tiekuljetuksista on polttonesteitä. Öljyn ja bensiinin lisäksi mm. lipeä, rikkihappo ja nestekaasu ovat olleet mukana useissa onnettomuuksissa (Liikenneministeriö, 1997).

Turvatekniikan keskuksen tietoon tulleista onnettomuuksista kemikaalionnettomuuksia oli 369, nestekaasuonnettomuuksia 82, maakaasuonnettomuuksia 33, vaarallisten aineiden kuljetuksiin liittyviä onnettomuuksia 31, räjähddeonnettomuuksia 51, paineastiaonnettomuuksia 202, kuljetettaville kaasusäiliöille sattuneita onnettomuuksia 32, hissitapaturmia 19 ja kaivostapaturmia 10 (Muje *et al*, 1998 ja Muje, 1998).

Vaarallisten aineiden kuljetuksiin liittyvistä onnettomuus- ja vaaratilanteista 9 tapausta sattui rautateillä ja 22 maantiekuljetusten yhteydessä. Rautatiekuljetusten yhteydessä sattuneista onnettomuuksista 2 tapauksessa oli kysymys säiliövaunun venttiilivuodosta, yhdessä tapauksessa vaunun laakerien ylikuumenemisesta ja 6 tapauksessa tilanne aiheutui vaunujen radalta suistumisesta tai törmäyksestä. Viimeksimainitusta tapauksista neljässä suistumisesta seurasi vuoto. Vahinkoja aiheutui vain vuotaneen aineen joutumisesta maaperään. Vaikutukset olivat yleensä lyhytaikaisia, koska vuotanut kemikaali ja saastunut maa-aines onnistuttiin keräämään talteen (Muje *et al*, 1998 ja Muje, 1998).

Maantiekuljetusten yhteydessä 17 tapauksessa oli kysymys liikenneonnettomuudesta, neljässä tapauksessa kuljetuksen aikana havaitusta laitevaurioista ja yhdessä huolimattomasta lastin käsittelystä. Tapauksista 20 sattui säiliöautolle ja kaksi kuljetusastioita tai säiliökontteja kuljetettaessa (Muje *et al*, 1998 ja Muje, 1998).

Liikenneonnettomuuksista 15 tapauksessa osallisena oli säiliöauto. Näistä 13 tapauksessa seurauksena oli kuljetettavan kemikaalin vuoto. Vuodoissa oli mukana kahdeksassa tapauksessa poltto- tai dieselöljyä ja kuudessa tapauksessa bensiiniä. Vuotomäärät olivat tyypillisesti joitain kuutiometrejä, suurin vuoto 20 m<sup>3</sup>. Vuotanut kemikaali ja saastunut maa-aines onnistuttiin yleensä keräämään suhteellisen helposti talteen (Muje *et al*, 1998).

Kolme neljäsosaa vaarallisten aineiden rautatie- ja maantiekuljetuksissa sattuneista onnettomuuksista aiheutui liikenneonnettomuuksien seurauksena. Niiden onnettomuuksien torjunnassa ovat keskeisessä asemassa ne eri viranomaisien ja järjestöjen toimenpiteet, joilla yleensä pyritään estämään liikenneonnettomuuksia. TUKES voi omalla toiminnallaan pyrkiä vaikuttamaan siihen, että kuljetussäiliöiden rakenteita ja varusteita kehitetään niin, että ne kestäisivät liikenneonnettomuuksissa aikaisempaa paremmin vauriotumatta (Muje *et al*, 1998).

Vuonna 1997 rekisteröitiin 7 vaarallisten aineiden kuljetusten yhteydessä sattunutta onnettomuustapausta. Kaikki tapaukset sattuivat maantiekuljetusten yhteydessä. Viidessä oli kysymys liikenneonnettomuudesta. Yhdessä tapauksessa

rikkihappoa pääsi valumaan tielle säiliössä olleen vaurion seurauksena ja yhdessä tapauksessa jätehappohöyryjä purkaantui ilmaan konttien huonon kiinnityksen seurauksena (Muje, 1998).

## 8.6 Yhteenveto

Selvityksessä vuosien 1982-1998 onnettomuudet on jaoteltu vahingon suuruuden mukaan noudattaen Merenkululaitoksen (1996a) selvityksessä esitettyä tapaa: ei vahinkoa, vähäiset ja melkoiset vahingot. Sisävesillä tapahtuneiden onnettomuuksien vaurioiden kustannukset ovat keskimäärin 0,2 milj.mk vuodessa, eikä tarkastelujaksolla onnettomuuksien aluksista ole tullut hylkyjä. Tämän perusteella taulukoissa esitettyjä melkoisia vahinkoja voidaan pitää useassa tapauksessa vaikutuksiltaan vähäisinä.

Riskitarkastelu on suoritettu alueittain liikennetiheyden ja kuljetetussuoritteiden perusteella. Syväväylä on jaettu liikennemäärien suhteen 5 osaan: Saimaan kanava, Puumala - Savonlinna alue, Savonlinna - Varkaus - Savonranta, Varkauden pohjoispuoli sekä Savonrannan pohjoispuoli. Syväväylän aluskuljetukset on määritetty Merenkululaitoksen julkaisujen perusteella. Syväväylän osien liikennetiheydet on laskettu alusten keskimääräisen lastin perusteella. Syväväylän eri osien kuljetussuorite (milj. tonni-km) on laskettu keskimääräisen lastin, liikennetiheyden ja määritettyjen syväväylän pituuksien mukaan.

Saimaalla tapahtuneissa alusonnettomuuksissa ei ole päässyt vuotamaan polttoainetta vesistöön, joten riskin rahallista suuruutta ei voida aineiston perusteella laskea (kaava 1). Aluksen mahdollisuus joutua onnettomuuteen Saimaan kanavalla ja syväväylän eri osilla on keskimäärin 0,95 onnettomuutta /1 000 alusta ja keskimäärin 1 onnettomuus 46,7 milj. tonni-km kohti. Liikennetiheyden perusteella Savonlinnan pohjoispuolisella syväväylällä on keskimääräistä suurempi onnettomuusriski, kun taas kuljetetussuoritteiden perusteella myös Saimaan kanava ja Savonlinnan alue on keskimääräistä riskialttiimpi. Polttoainesäilöiden vuotoriski alkaa olla todennäköinen vasta vaurion ollessa melkoinen. Tällöin keskimääräinen onnettomuusriski on 0,16 onnettomuutta /1 000 alusta. Puumalan ja Sulkavan alueella, Varkauden ja Savonrannan pohjoispuolella onnettomuusriski on keskimääräistä suurempi. PIANC (1997) mukaan Pohjois-Euroopan satamien sisääntuloväylillä onnettomuusriski on suuruudeltaan 0,03 tapausta 1 000 alusta kohti. Tähän lukuun verrattuna Saimaan syväväylän onnettomuusriski on huomattavasti suurempi.

Vihtakannan kanavan parannustoimenpiteiden vaikutuksia onnettomuusriskiin ei lyhyen tarkasteluajanjakson vuoksi voida varmuudella sanoa.

Saimaan kanavalla ja syväväylällä on käytössä PIANC:in (1997) suosittelemat alusten onnettomuusriskin pienentämiskeinot (väylän käytön rajoitukset ja säännöt, merkintöjen tehostamiset sekä liikennejärjestelyt) tai niitä suunnitellaan käyttöön otettavaksi (VTS-järjestelmä). Ainoana selkeänä alusturvallisuuden parannustoimenpiteenä on Savonlinnan syväväylän siirto Kyrönsalmesta Laitaatsilta tai Aholahteen.

Vaarallisten aineiden maakuljetuksien onnettomuuksista on olemassa vain hajanaisia tietoja, joten vertailua alusliikennekuljetusten kanssa ei luotettavasti voida suorittaa. Vaarallisten aineiden kuljetusten osuus tieliikenteen kuljetetussuoritteesta on viime vuosina ollut suuruudeltaan noin 6-8 %. Tieliikenteessä vuosina 1995-1997 rekoille tapahtui noin 4 300-4 500 onnettomuutta vuosittain, jolloin vaarallisia aineita kuljettaville rekoille aiheutuisi samassa suhteessa onnettomuuksia noin 250-350 onnettomuutta. Vuoden 1997 tilastoitiin 7 vaarallisten aineiden kuljetusten yhteydessä tapahtunutta onnettomuutta. Vuoden 1997 vaarallisten aineiden

den maantiekuljetusten kuljetussuoritteiden perusteella laskien onnettomuusriski on 221 milj. tonni-km/onnettomuus, joka on hiukan suurempi kuin alusten riski saada melkoisia vaurioita (295 milj. tonni-km). Lisäksi on muistettava, että päinvastoin kuin kyseisen vuoden tieliikenneonnettomuuksissa alusliikenteen onnettomuuksista ei ollut päässyt valumaan polttoöljyä vesistöön.

## Johtopäätökset onnettomuus- tilastojen ja riskitarkastelujen perusteella

Saimaan vesistöalueen suurten ympäristöonnettomuuksien mahdollisuus öljykuljetusten loppumisen jälkeen on pieni, kuten myös Mikkelin lääninhallituksen (1996) suorittamassa riskianalyysissä todetaan.

Onnettomuustilastojen ja riskitarkastelujen perusteella voidaan todeta, että suurimmaksi osaksi Saimaan kanavalla ja syväväylällä onnettomuuspaikat sijaitsevat syväväylän eri osissa, Kyrönsalmea (12 onnettomuutta) ja Vihtakannan kanavaa (6 onnettomuutta) lukuunottamatta.

Onnettomuuksien syynä on useimmiten huono näkyvyys tai pimeys (noin 35 %) (Merenkulkulaitos, 1996). Sulkavan Vekaransalmen luona on tapahtunut eri kohdissa viisi onnettomuutta. Sulkavan ja Puumalan (Osmanaskel ja Pahikka) seutu ovat aluetta, jossa sumu muodostuu nopeasti ja yllättäen. Useassa alueen onnettomuuksissa onkin ollut osallisena sumu. Alusonnettomuuksista inhimillisen erehdyksen osuus on myös suuri.

Liikennöintitiheyden perusteella syväväylän alueet voidaan karkeasti jakaa kahteen osaan. Savonlinnan eteläpuolella alustiheys on ollut 1500...2000 alusta vuodessa. Savonlinnan pohjoispuolisella syväväylän osalla alustiheys on ollut 250...800 alusta vuodessa. Valtaosa onnettomuuksista (noin 69 %) sijoittuu tälle alueelle. Merkillepantavaa on, että Savonrannan pohjoispuolisella syväväylällä onnettomuudet ovat tapahtuneet väylän haarautumiskohdan (Puhos - Joensuu) luona tai Puhoksella. Varkauden pohjoispuolella hankalia kohteita ovat olleet Kolikkosalmi ja Konnuksen kanava.

Onnettomuustilastojen ja riskitarkastelujen pohjalta ei voida osoittaa selviä onnettomuuskohteita, Kyrönsalmea lukuunottamatta. Tämän vuoksi lähtökohtana kunnilla tulee olla riittävä valmius alusonnettomuuksien öljyntorjuntaan (kartoitus ja kohteen rajausta). Tämän jälkeen saadaan omasta tai naapurikunnista apuvoimia öljyntorjuntaan.

Saimaan kanava ja syväväyläalue voidaan jakaa öljyntorjunnan ja virtausten kannalta eri tyyppisiin alueisiin, kuten Saimaan kanava, satamat, järviolueet ja virtapaikat. Öljyntorjunnan kannalta Saimaan kanava ja satamat ovat helposti puomitettavia alueita ja kyseisillä paikoilla on myös helposti saatavissa öljyntorjuntakalustoa. Järviolueilla virtaukset määräytyvät suurelta osin tuulien mukaan ja valuman aiheuttavat virtaukset ovat yleensä pieniä. Salmissa ja virtapaikoissa virtausnopeudet määräytyvät vedenkorkeuseron perusteella.

Mikkelin vesi- ja ympäristöpiirin (1993) selvityksessä on esitetty alusliikenteen kannalta hankalia virtausalueita ja kapeikkoja. Näitä kohteita ovat Parkkari Lappeenrannan luona; Hätinvirta, Puumalansalmi, Osmonaskel ja Pahikka Puumalassa; Vekaransalmi Sulkavalla; Kommersalmi, Kyrönsalmi, Torakkaluoto ja Hietasaari Savonlinnassa; Tappuvirta, Orivirta ja Leppävirta.

Suomen ympäristökeskus on suorittanut edellä mainituissa kapeikoissa ja virtapaikoissa virtaustutkimuksia, jotta ensinnäkin saataisiin tietää virtausolosuhteiden vaihteluista hankalissa kohdissa. Mittausten tarkoituksena oli tuottaa operatiivista öljyntorjuntaa helpottavia yksinkertaisia kaavioita, joiden avulla voidaan arvioida kemikaalioiden (ja polttonesteiden) leviämistä järviolueella. Kaavioiden tai virtausmallien antaman tiedon käyttö operatiivisessa öljyn- ja kemikaali-

lien torjunnassa on jonkun verran rajoitetumpaa kuin merialueilla, sillä järvioluiden pienen ja virtausten vuoksi kemikaali- ja/tai öljypäästö saattaa usein olla jo ajautunut rantaan torjuntatoimiin ryhdyttäessä.

Polttoaineiden aluskuljetuksia ajatellen yksittäisen vuoden perusteella laskettaessa maantiekuljetusten onnettomuusriski (221 milj. tonni-km) on hiukan suurempi kuin aluskuljetusten riski (295 milj. tonni-km) joutua vaurioiltaan melkoiseen onnettomuuteen. Onnettomuusriskin perusteella ei voida luotettavasti sanoa voitaisiinko raskaan polttoöljyn kuljetukset sallia, tai yleensä ryhtyä kevyen polttoöljyn kuljetuksiin. Jos kuljetukset sallittaisiin, tai ryhdyttäisiin kuljettamaan aluksilla kevyttä polttoöljyä, tulee mm. käytettävän aluskaluston olla uutta, navigointi- ym laitteiltaan uudenaikaisia. Tällöin aluksen joutuessa onnettomuuteen on öljyvuotoriski minimissään.

## 10.1 Yleistä

Kunnat laativat öljyvahinkojen torjuntasuunnitelmansa, joka perustuu joko Alusjätelakiin (489/2000) tai Maa-alueiden öljyvahinkolakiin (694/2000) sekä niiden perusteella laadittuihin asetuksiin. Suunnitelma tarkistetaan käyttö- ja hankintakustannuksia koskevilta osiltaan neljän vuoden välein (Alusjäteasetus 705/2000).

Kunnat on öljyvahinkoalttiuden mukaan jaoteltu kolmeen luokkaan: erittäin riskialtis, keskimääräisesti riskialtis ja vähäisessä määrin riskialtis. Luokitus on tehty erikseen maa- ja alusöljyvahinkojen torjunnan mukaan. Jokaisella kunnalla on oltava vahvistettu öljyntorjuntasuunnitelma, jossa on yksilöity vastuutahot ja organisaatiot. Kunnilla on laajoissa onnettomuuksissa keskinäinen avunantovelvollisuus.

Öljyvahinkojen torjunnan kalustovalmius perustuu kuntien lakisääteisiin öljyntorjuntasuunnitelmiin. Suunnitelmat vahvistetaan alueellisissa ympäristökeskuksissa. Ohjeet öljyntorjuntasuunnitelman tekemisestä on annettu Vesi- ja ympäristöhallituksen ohjeessa: "Öljyvahinko-ohje Nro 1: öljyvahinkojen torjunta kunnissa". Öljyntorjuntavenekaluston hankinnan suhteen noudatetaan Öljyvahinko-ohjetta Nro 4: Öljyvahinkojen torjuntakaluston määrittelyt, vuodelta 1989. Kyseistä ohjetta ollaan uudistamassa (Mykkänen, 1999 ja Hentinen, 1999). (Suomen ympäristökeskuksen julkaisu: Ympäristöopas 78, Öljyntorjuntaveneen hankintaohje, 2000).

Öljyvahinko-ohjeessa Nro 1 (Öljyvahinkojen torjunta kunnissa) on esitetty kunnan suunnitelmaan sisällytettävistä veneistä. Maaöljyvahinkojen torjuntasuunnitelma voi sisältää vain A-, B-, C- tai D-luokan veneen. Alusöljyvahinkojen torjuntasuunnitelma voi sisältää D-, E-, tai F-luokan veneen tai veneitä, sekä G-luokan lautan. Alusöljyvahinkojen torjunnan piiriin kuuluvalla kunnalla voi olla myös maaöljyvahinkojen torjuntasuunnitelmaan sisältyvä vene (Mykkänen, 1999).

Muita öljyntorjunnan järjestelyihin liittyviä ohjeita ovat:

- Öljyntorjunta-ohje Nro 2: Vähintään 100 m<sup>3</sup>:n öljyvarastojen sekä eräiden satamien ja telakoiden öljyvahinkojen torjunta.
- Öljyvahinko-ohje Nro 3: Vesi- ja ympäristöpiirin tehtävät öljyntorjunnassa.

Öljyaluksissa tulee Saimaan alueella olla vesien pilaantumisen ehkäisemistä annetun asetuksen 23 muutoksen Nro 847 mukaan olla öljypuomia vähintään aluksen pituuden kolminkertainen määrä sekä pumppulaitteet ulos vuotaneen öljyn pois keräämiseksi (VYH, 1993).

Alueellisia alusöljyvahinkojen torjunnan yhteistoimintasuunnitelmia on laadittu vuodesta 1989 ja ne uusitaan neljän vuoden välein. Mikkelin lääninhallituksen johdolla on laadittu Saimaan alueen alusöljyvahinkojen torjunnan yhteistoimintasuunnitelma, joka on vahvistettu vuonna 1997.

Kemikaalivahinkojen torjunnan operatiivista järjestelyä säätelee laki palo- ja pelastustoimesta (559/75). Ylin johto kuuluu sisäasiainministeriölle. Sisäasiainministeriö ja kunnan paloviranomaiset voivat alueellaan määrätä vaarallisia aineita sisältävien varastojen teollisuuslaitosten yms. omistajien tai haltijan huolehtimaan

asianmukaisten sammutuskaluston hankinnoista ja muista pelastustöitä helpottavien laitteiden ylläpidosta. Kemikaalien kuljetusten suhteen noudatetaan mm. Helsingin sopimusta torjuntaorganisaation järjestämisestä, jonka mukaan nk. ensilähdön yksikkö kykenee lähtemään kemikaalivahinkojen torjuntatehtäviin kahden tunnin sisällä hälytyksestä. Lisäksi vesialueilla tulisi torjuntayksikön ehtiä vahinkopaikalle kuuden tunnin valmiusajassa. Muita tärkeitä kemikaalioiden kuljetuksissa, varastoinnissa ja käsittelyssä noudatettavia lakeja ovat kemikaalilaki (744/89) ja asetus vaarallisten aineiden teollisesta käsittelystä ja varastoinnista (teollisuuskemikaaliA 682/90). Kemikaalien kuljetusten suhteen on erityismääräykset ja -ohjeet mainittu laissa vaarallisten aineiden kuljetuksesta (719/94) ja tätä täsmentävissä asetuksissa ja liikenneministeriön päätöksissä. Aluskuljetuksissa todetaan myös MARPOL-sopimukset ja IMDG-koodien mukaiset kuljetuserät.

Kemikaalipäästöjen torjuntatyön operatiivisia ohjeita ovat nk. TOKEVA-ohjeet, missä on myös esitetty tietyn paikkakunnan kemikaaliriskiä perustuva suositus torjuntakalustosta.

Kunnilla on lakisääteinen oikeus korvauksiin öljysuojarahastosta niihin öljyntorjuntakaluston hankinta- ja ylläpitokustannuksiin, jotka on esitetty kunnan vahvistetussa öljyntorjuntasuunnitelmassa. Lisäksi kunnissa kunnilla on lain mukaan mahdollisuus saada korvauksia harkinnavaraisten kustannusten aiheutumisesta, jollaisia ovat mm. öljyntorjuntakalustolle tarkoitettujen varastojen ja erilaisten öljyjätteiden vastaanottoasemien rakentamiskustannukset. Myös valtiolle korvataan harkinnavaraisesti alusöljyvahinkojen torjuntaan hankitun kaluston ja tarvikkeiden kustannuksia. Alusöljykuljetusten aiheuttamia merellisiä öljyvahinkoja korvataan myös kansainvälisen korvausrahaston IOPC toimesta.

## 10.2 Öljyntorjuntaveneiden ominaisuuksia

Öljyntorjuntaveneiden mittasuhteita esittää kuva 31, jossa aluksen pituuden ja leveyden tuloa on kuvattu aluksen kokonaispainon funktiona. Öljyntorjuntaveneiden kokonaispainot vaihtelevat eri luokissa, josta johtuen myös tehontarve vaihtelee. Suurimmat öljyntorjuntaveneet (D, E ja F-luokat) ovat runkomuodoltaan teräväpalteisia V-pohjaisia veneitä, joiden tehonatarvetta on kuvissa 32-34 arvioitu hinaustehon ja aluksen nopeuden avulla. Hinausteholla tarkoitetaan veneen hinaukseen tarvittavaa tehoa tietyllä nopeudella.

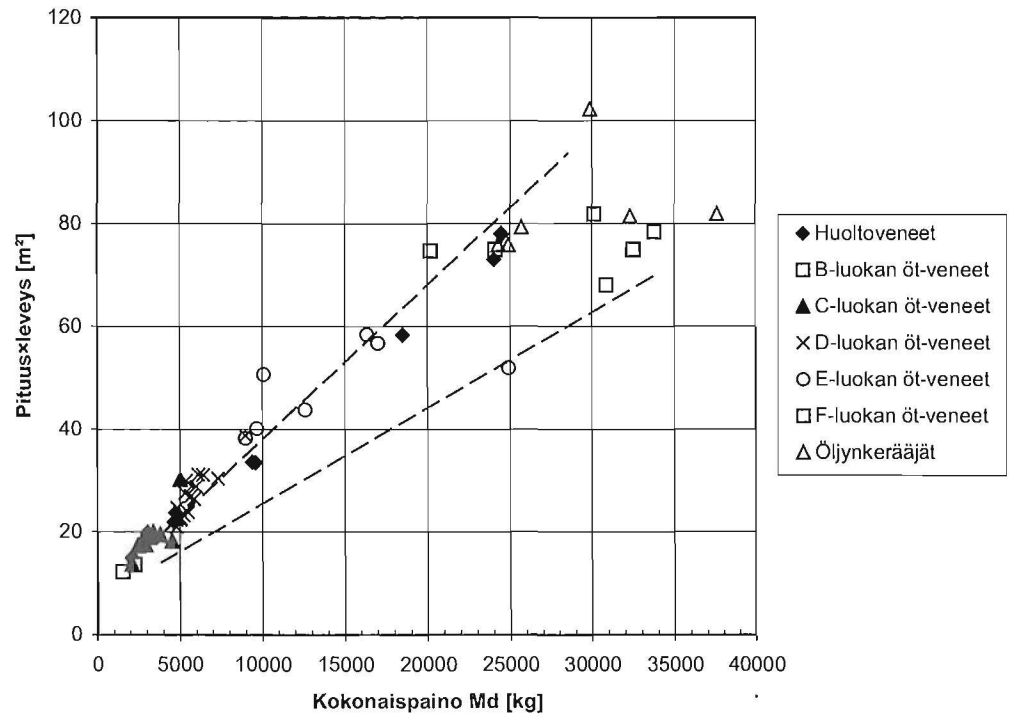
Kuvien perusteella voidaan todeta, että esimerkiksi F-luokan veneellä 20 solmun pitäminen täydellä kuormalla (18 t) edellyttää lähes 130 kW lisätehoa, ja kokonaistehontarve on noin 380 kW verrattuna tyhjänä olevaan veneeseen. Käyrien avulla voidaan arvioida öljyntorjuntaveneen optimaalista tehontarvetta tietyllä lastilla, jotta vaurioitilanteessa voidaan ylläpitää tiettyä tavoiteaikaa onnettomuusalueelle pääsemiseksi ja ensitorjunnan aloittamiseksi.

Suomen ympäristökeskuksen ehdotus öljyntorjuntaveneiden uudeksi luokitusperustaksi on esitetty taulukossa 21. Mykkänen (1999) on esittänyt yksityiskohtaiset määrittelyt teknisten yksityiskohtien osalta.

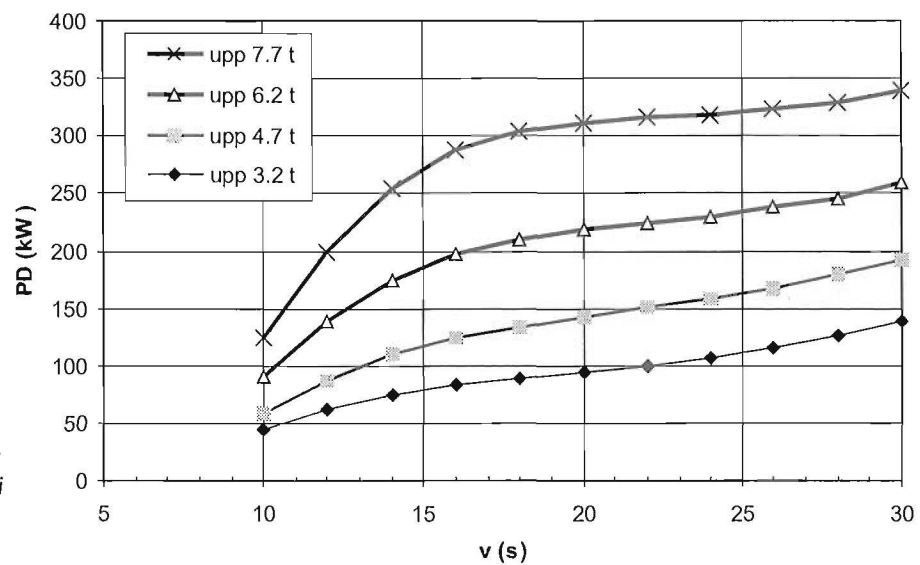
Taulukko 21. Öljyntorjuntaveneiden päämittasuhteita ja ominaisuuksia.

Venetyyppi	pituus [m]	nopeus [knots]	toimintasäde [km]	lastimäärä [kg]
D-luokka	7.5 - 8.5	17	80	1 100
E-luokka	11 - 13	11	150	3 000
F-luokka	13 - 15	20	150	6 000
F-luokka, itsenäisesti keräävä	13 - 15	20	200	6 000

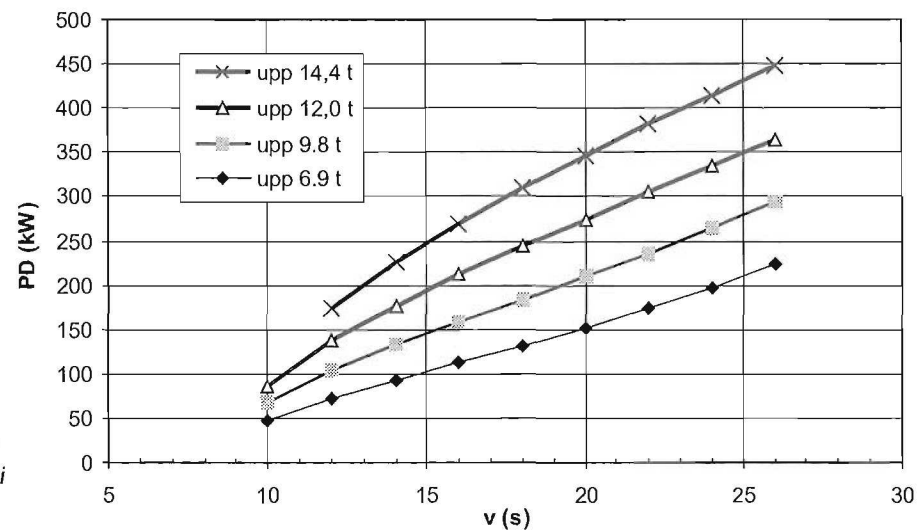




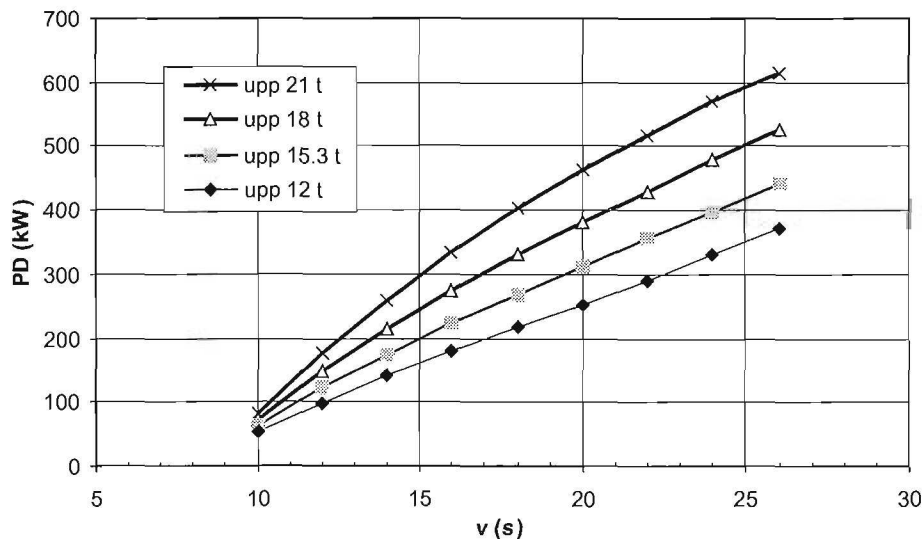
Kuva 31. Öljyntorjunta-  
veneiden mittasuhteita.



Kuva 32. Tehontarve D-luo-  
kan öljyntorjuntaveneelle eri  
uppoumilla.



Kuva 33. Tehontarve E-luo-  
kan öljyntorjuntaveneelle eri  
uppoumilla.



Kuva 34. Tehontarve F- luokan öljyntorjuntaveneelle eri uppoumilla.

### 10.3 Kuntien öljyntorjuntavalmius ja kuljetusriskit

Mikkelin vesi- ja ympäristöpiirin (1993) mukaan Saimaan syväväylästä alueella on öljyntorjuntaan soveltuvaa kalustoa seuraavasti:

- öt-lauttoja 9 kpl,
- F-luokan veneitä 5 kpl,
- E-luokan veneitä 8 kpl,
- D-luokan veneitä 3 kpl,
- C-luokan veneitä 7 kpl,
- B-luokan veneitä 13 kpl,
- A-luokan veneitä 8 kpl.

Tarvittaessa myös Merenkulkulaitoksen väylä- ja öljyntorjunta-alus Kummeli avustaa Saimaan kanavan ja syväväylän öljyntorjuntatehtävissä. Puolustusvoimilla on Saimaalla kalustoa, jota voidaan tarvittaessa käyttää öljyntorjuntaan.

Puomikalustoa on yhteensä noin 22,1 km.

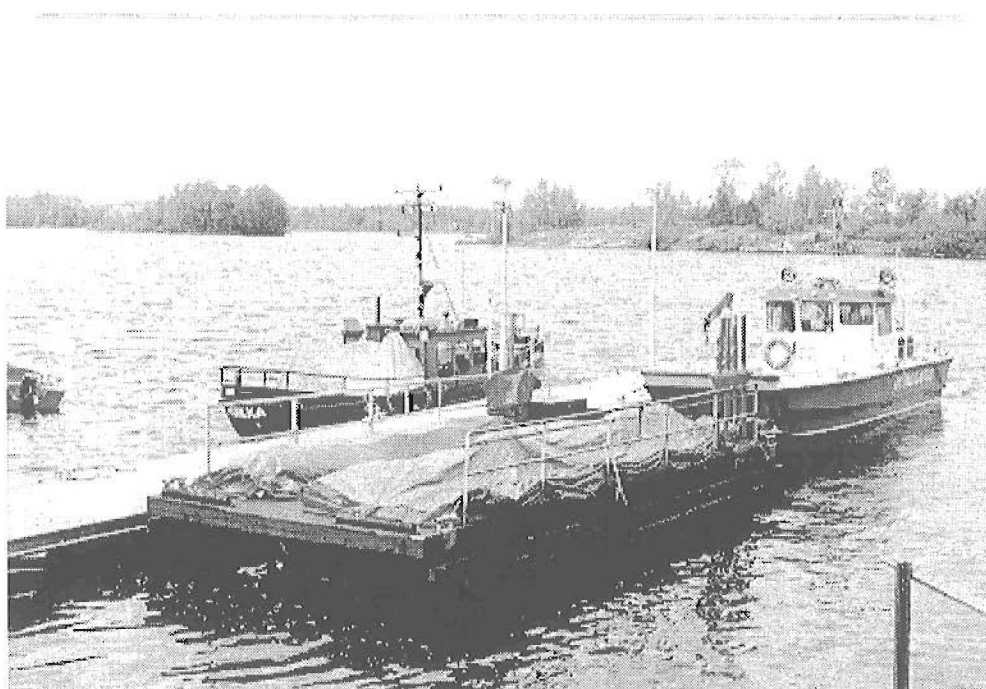
Saimaan öljyntorjuntasuunnitelman 1994 mukaan ns. ensilähdön öljyntorjuntayksiköiden sijoituspaikat ovat Lappeenranta, Taipalsaari, Imatra, Puumala, Sulkaava, Savonlinna, Rantasalmi, Savonranta, Kuopio, Iisalmi, Liperi, Joensuu, Varkaus ja Leppävirta. Näissä kunnissa ensilähdön pelastusyksiköllä tulee olla käytössään nopea öt-vene ja 200 - 400 m puomia. Lähtövalmiuden tulisi olla 10 minuuttia ja toiminta-ajan tulisi olla 8 - 10 tuntia.

Toisen vaiheen yksiköiden varustukseen kuuluu puomia, pintakerääjiä säiliöitä, lauttoja ja pumppuja, ja sen tulee pystyä toimimaan 10 - 20 tuntia. Kolmannen vaiheen torjuntatehtävän muodostavat jälkitorjuntatehtävät, so. öljyn keräämisen rannoilta ja vesistöistä, tiedottaminen, tutkimukset ja erilaiset yhteistoimintajärjestelyt (Lonka, 1998). Saimaan öljyntorjuntakaluston kehittäminen on edellyttänyt Saimaan öljyntorjuntasuunnitelman ajantasaistamista. Kaluston uusiminen tapahtuu kuntakohtaisesti. Kuntien odotetaan laativan yhdessä kalustohankintasuunnitelman, ja esittävän sen öljysuojarahastolle.

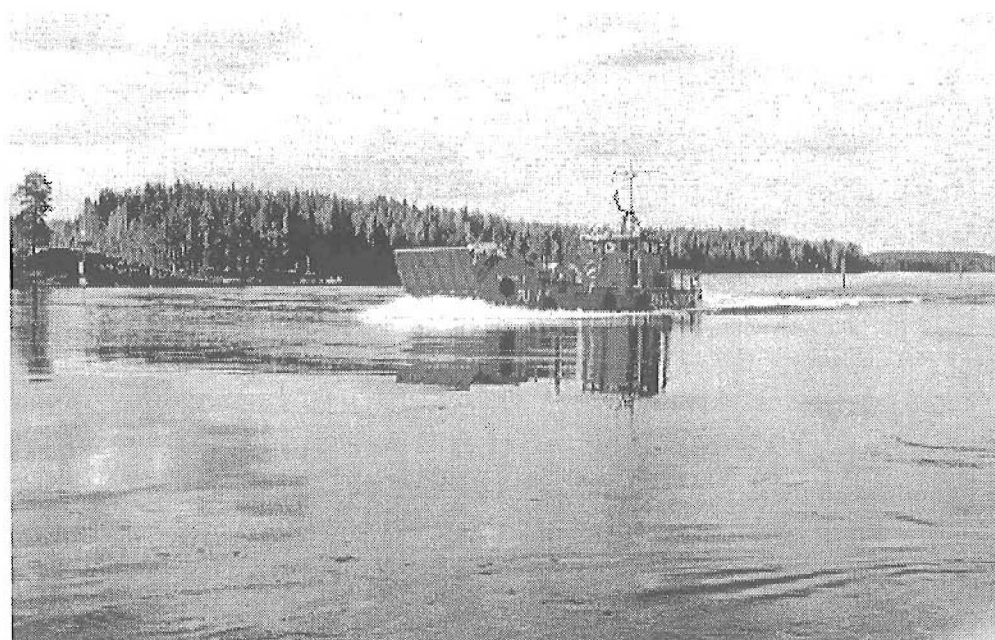
Sisävesillä pääosin kunnat vastaavat öljyntorjuntakaluston varastoinnista. Valtiolla on Saimaan alueella useissa paikoissa öt-kalustoa. Suomen ympäristökeskus on esittänyt useimpien näiden varastojen yhdistämistä kuntien kalustoon v. 1999-2000 aikana. Lappeenrannan (Nuijamaa, paloasema, Lauritsala) ja Savonlinnan (Pihlajaniemi) varastot aiotaan säilyttää.

Lappeenranta on Etelä-Saimaan alueen öljyntorjunnan keskus. Lappeenrannan vastuulla on myös kanava-alueen öljyntorjunta ja muu pelastustoimi. Öljyntorjuntakalustosta mainittakoon E-luokan öljyntorjuntavene, joka tulisi peruskorjata tai vaihtaa uuteen. Hätättyhjennystä varten on 500 m<sup>3</sup> vetoinen säiliöproomu. Lappeenrannan pelastuslaitoksen öljyntorjuntavene on suhteessa alueen liikenne- ja onnettomuusmääriin nähden epäkäytännöllinen (mm. öljyntorjuntatilanteessa alusta joudutaan peruuttamaan). Öljyntorjuntakaluston varasto sijaitsee laiturin vieressä.

Puumalassa on F-luokan öljyntorjuntavene (kuva 36) ja -lautta. Palolaitoksen laituri ja öljyntorjuntakaluston varasto sijaitsee Osmanaskeleen läheisyydessä. Palolaitoksen henkilökunnan (2 vakinaista) lisäksi öljyntorjuntatehtäviin saadaan parikymmentä vapaaehtoista.



Kuva 35. Lappeenrannan pelastuslaitoksen öljyntorjuntavene ja -lautta.



Kuva 36. Puumalan öljyntorjuntavene.



Kuva 37. Savonlinnan öljyntorjuntavene.

Savonlinnassa on F- ja D-luokan öljyntorjunta-alukset ja työlautta. F-luokan vene (kuva 37) on hidas ja vanhentunut eikä se täytä nykyisiä vaatimuksia. Puomikalustoa on noin 1 000 m.

Öljyntorjuntakaluston täydennykseksi on suunniteltu hankittavaksi E-luokan öljyntorjunta-alusta (Lonka, 1998). Vastaavasti kalustosiirtojen nopeuttamiseksi ollaan hankkimassa vaihto-lava kuorma-autoa.

Venekalustoa Varkaudessa on F-luokan vene (kuva 38), E-luokan vene ja työlautta sekä öljypuomia. Kemikaali- ja öljyvahinkojen torjunnassa on puutteena ammattihenkilöstön pula. Paloviranomaisten mukaan tulisi kemikaali- ja öljyvahinkojen torjunta keskittää erityishenkilöstölle, jotta varmistuttaisiin riittävästä ammattitaidosta tehtävien hoidossa (Lonka, 1999). Varkaudessa palokunnan valmiutta öljyn- ja kemikaaliopäästöjen torjunnassa kaventaa sairaankuljetusten hoitaminen, jossa ajoja on vuosittain noin 4 000. Niistä neljännes kestää yli kolme tuntia. Palokunnan työvuoron vahvuus on 1 + 1 + 9.

Kuopion kemikaalivahinkojen torjuntavalmius on varsin hyvä. Kemikaalivahinkojen torjuntakalusto on varsin monipuolinen sisältäen TOKEVA-kontin, torjunta-auton ym. (kuva 39). Palokunnan vuorovahvuus on 1 + 2 + 12. Lisäksi Savon Sellun tehtailla on tehdaspalokunta. Öljyntorjuntakalustoa on sijoitettu Hietasalon vedenottamosaareen, ja kokonaisuudessaan puomia on noin 1 900 metriä. Öljyntorjuntavene on Varkauden F-luokan veneen sisarus. Lisäksi kaupungilla on käytössään vakuumitekniikkaan perustuva öljyntorjuntasäiliöauto.

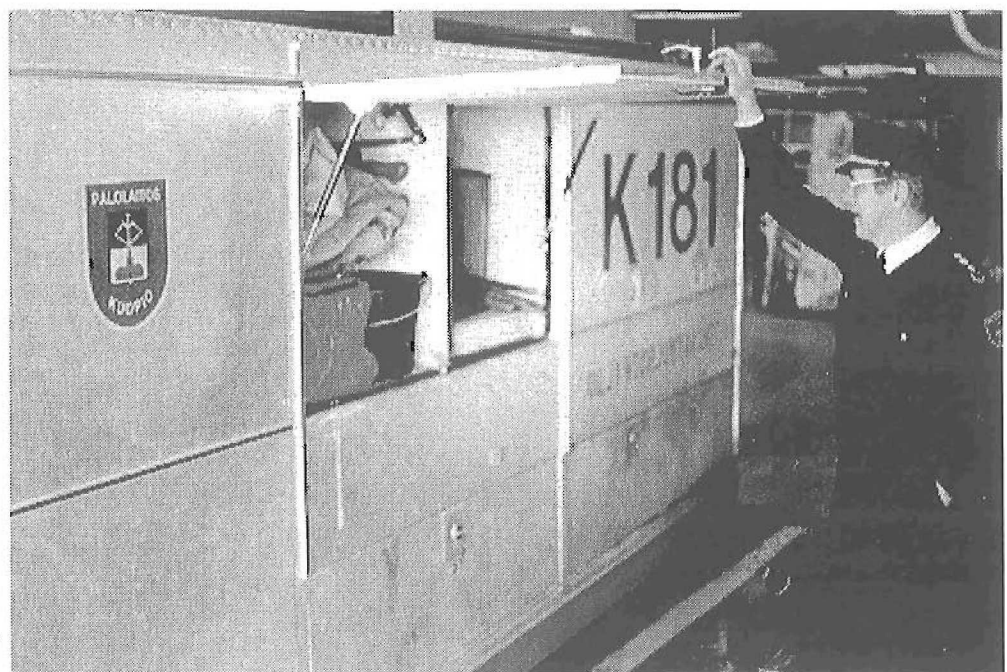
Siilinjärven palokunnan päätoiminen operatiivinen henkilöstö käsittää 11 henkeä, 26 sivutoimista. Peruslähtö saadaan aikaan noin 20 minuutin kuluessa hälytyksestä (Lonka, 1998). Kemiralla ja Karjalan lennostolla on lisäksi tehdaspalokunnat. Suurin riskitekijä liittyy Kemiran tehtaiden toimintoihin.

Joensuun öljyntorjuntakalusto vesistötorjuntaa ajatellen on varsin hyvä. Puomikalustoa on noin 1 000 m. Öljyntorjuntavene on F-luokan alus, harjakerääjällä varustettuna. Palokunnan kemikaalivahinkojen torjuntavalmius on vain TOKEVAN kalustotason 1 luokkaa (Lonka, 1998).

Siilinjärven alueen kemikaali- ja öljyntorjuntakaluston riittävyys nykykuljetuksia silmälläpitäen vaikuttaa riittävältä. Ainoana puutteena on keräyskaluston niukkuus (Lonka, 1998).



Kuva 38. Varkauden öljyntorjuntavene, Albert Krank. Kuopion öljyntorjuntavene, Antman, on veneen sisä-  
alus.



Kuva 39. Kuopion öljyntorjuntakontti. Kuopion palolaitos on kehittänyt koukkukonttijärjestelmää.



## 10.4 Johtopäätökset

Lähtökohtana alusonnottomuuksien öljyntorjunnalle on, että ensi lähdön kunnissa on hyvä öljyntorjuntakalusto, riittävästi miehistöä, jolle on annettu tarpeellinen määrä öljyntorjuntakoulutusta.

Selvityksen perusteella pienissä kunnissa on tarvetta suuren työtaakan vuoksi lisätä vakinaisen henkilökunnan määrää, jotta riittävä valmius voidaan taata. Kunnissa on riittävä valmius ensimmäisen vaiheen öljyntorjuntaan (tiedustelu ja vahingon rajoittaminen). Toisen vaiheen öljyntorjunnassa kaupunkien osuus tulee ratkaisevaksi. Kaupunkien palo- ja pelastuslaitoksissa on vuorossa noin kymmenkunta henkeä, joista kaksi saattaa olla varautunut sairaankuljetukseen. Kaupunkien alusten tulee olla riittävän nopeita, jotta toisen vaiheen torjuntatehtävät (vahingon rajoittaminen, öljyn keräily, jne) voidaan suorittaa.

Suomen ympäristökeskus on antanut öljyntorjunnan koulutusta vesistöissä. Lähiseudun kunnat ovat myös pitäneet pienimuotoisia yhteisharjoituksia, joiden katsottiin edistävän eniten öljyntorjuntaosaamista. Suurten harjoitusten katsottiin olevan vain 'kalustomarsseja'.

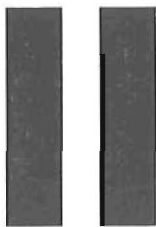
Alusonnottomuuksien öljyntorjunnan valmiuden kannalta liikennetitiheyden ja sattuneiden onnettomuuksien perusteella Savonlinnan eteläpuoleinen syväväylä osa on tärkeämmässä asemassa pohjoispuoliseen syväväylän osaan verrattuna. Poikkeuksen muodostaa Savonranta ja syväväyläosuus Kuhakivelle saakka, jossa on tapahtunut muutama vaurioiltaan melkoinen onnettomuus.

Öljyntorjuntavalmiuden toisen vaiheen torjunnan kannalta Lappeenrantaan ja Savonlinnaan tulee saada paremmat veneet. Savonrannalla on käytössä öljyntorjuntalautta (kuva 40), joka suhteessa alueen riskiin nähden on vaatimaton. Tämän vuoksi Savonrannalle tulee sijoittaa vapautuva kierrätysvene. Lisäksi Savonrannan puomikalustonmäärä tulee tarkistaa, että se on riittävä onnettomuusriskiin nähden.

Puomikalustossa puomioppaasta (Keränen, 1993) huolimatta on kirjavuutta (esim. Lappeenrannan alue) ja niiden toisiinsa liittämisessä on ongelmia. Lisäksi tulisi harkita tarvitaanko erikoiskalustoa (esim. lastinsiirron pumppausjärjestelmä) Saimaalle.



Kuva 40. Savonrannan palolaitoksen öljyntorjuntalautta.



# Tulevaisuuden sisävesi- liikenneskenaariot ja niiden vaikutukset



Sisävesiliikenteen kehittymiseen vaikuttavat globaalisti alue- ja yhdyskuntarakenteen kehitys, öljyn hinnan muutokset, taloudellinen kehitys sekä liikennepoliitikassa ja -lainsäädännössä tapahtuvat muutokset (Saimaa, 1988). Suurimpana sisävesiliikenteen kehitystä jarruttavana tekijänä nähdään alueen teollisuuden keskuudessa Saimaan kanavan pienet mittasuhteet ja talviseisokki. Saimaan kanavan sulkuihin mahtuvat alukset ovat teollisuuden mielestä varsin epätaloudellisia, ja päämittasuhteiden ja syväyden suhde ei edusta tehokasta, nykyaikaista rannikkorahtialustyyppiä. Kanavan sulkeminen talvikauden ajaksi on myös teollisuuden edustajien näkemyksen mukaan kestävä ratkaisu, eikä yli kahden viikon pituiset keskeytykset tulevaisuudessa saisi tulla kysymykseen.

Mikäli Saimaan vesistöalueella ei turvata ympärivuotista sisävesiliikennettä on varsin todennäköistä, että teollisuus on pakotettu käyttämään muita liikennemuotoja. Esimerkiksi Metsäliitto kuljettaa jo nyt kaiken tavaransa keskitetysti Kaskisista ja tehtyjen sopimusten perusteella on jopa edullisempaa kuljettaa puutavara/jalosteet maanteitse/rautateitse Kotkaan, ja sieltä laivalla Kaskisten kautta Eurooppaan.

Tulevaisuudessa kuljetusketjut muodostuvat siten, että tavara voidaan kuljettaa tehtaalta mahdollisimman edullisesti asiakkaan laiturille tai varastoon. Suurin osa suurista teollisuusyrityksistä on monikansallisia yrityksiä, joilla on toimintaa useassa maassa. Tällöin jonkun tuote-erän myyminen ja kuljettaminen epätaloudellisten matkojen takaa tekee kilpailutilanteesta epäedullisen, ja kaukaiset laitokset joudutaan sulkemaan (Rytönen, 1999).

## 1.1 Sisävesiliikenteen tulevaisuuden skenaariot

Saimaan kanavan vuokrasopimus loppuu vuonna 2013. Merenkululaitos on alustavasti tutkinut Saimaan kanavan sulkukoon suurentamismahdollisuutta. Kanavan mitoitusaluksena on käytetty alusta, jonka mitat ovat:

- pituus 120 m,
- leveys 16 m ja
- kulkusyvyys 4,35 m.

Saimaan kanavan nykyiseen mitoitusalukseseen verrattuna aluksen pituus kasvaa 38 metriä ja leveys 3,8 metriä kulkusyvyys säilyessä nykyisellään. Aluskoon suurentaminen ei todennäköisesti tulisi lisäämään käyntikertojen määrää vaan pikemminkin käyntikerrat tulisivat vähenemään. Kuljetusmäärien odotetaan kasvavan.

Saimaan kanavan laajentamisen ohella on ollut keskusteluja Mäntyharjun ja Kymijoen kanavien rakentamisesta, jolloin syväväylän alue laajenisi Päijänteelle. Kanavien mitoitusaluksena on Saimaan kanavan laajennushankkeen suuruinen. Kymijoki-Mäntyharju kanavaparin liikennemäärät olisivat suuruusluokaltaan noin 3,5 milj. tonnia vuodessa.



## 11.2 Sisävesiliikenneskenaarioiden vaikutukset

Saimaan kanavan mitoitusaluksen suureneminen vaikuttaa syväväylän mitoitukseen. Väylän leveys määräytyy aluksen leveyden mukaan (esim. suojaisen yksikaistaisen väylän minimileveys on 4 alusleveys). Vastaavasti väylän kaarresäteet määräytyvät aluksen pituuden mukaan. Saimaan syväväylällä tämä edellyttää ahtaissa paikoissa ja kapeikoissa väylän laajentamista sekä mahdollisesti kaarteissa uusia linjauksia. Näillä uusilla linjauksilla voidaan samalla pienentää väylän vaikeiden paikkojen onnettomuusriskiä. Aluskoon kasvaessa käyntikerrat Saimaalla vähenevät, jos Kymijoen ja Mäntyharjun kanavaa ei rakenneta. Jos kanavat rakennetaan alusten käyntikerrat saattavat kasvaa.

Syväväylä sijaitsee suurimmaksi osaksi ehdotetulla Natura-alueella.

Onnettomuusselvityksen mukaan ongelmallisia paikkoja ovat väylälinjaukset, joihin vaikuttavat virtaukset (esim. Kyrönsalmi). Kymijoen kanavalinjaus alusaltaan sijaitsee Kymijoen päähaarassa, jossa vedenvirtausnopeus vaihtelee välillä 0,5...1,5 m/s. Kymijoen kanavan jokiosuuden alusten onnettomuusriski on huomattavasti suurempi kuin järviolueiden.

Ympärivuotinen alusliikennöinti helpottaa järviolueiden navigointia, koska alukset ajavat rännissä ja väylältä eksymisen vaara pienenee. Talviaikainen liikennöinti ei vähennä salmien ja virtapaikkojen onnettomuusriskiä, koska näillä alueilla jääkansi pysyy ohuempana tai sulana. Alusten onnettomuusriski saattaa kasvaa nopeasti virtaavilla vesialueilla supon ja vesihöyryn/sumun muodostumisen vuoksi.

Kymijoen ja Mäntyharjun kanavien rakentaminen edellyttää öljyntorjuntavalmiuden lisäämistä kanava-alueen kunnissa. Kanavien rakentaminen edellyttää Mikkelin ja Ristiinan öljyntorjuntavalmiuden tehostamista sekä öljyntorjunta-alusten ja kaluston hankinnan piiriin tulisivat Mäntyharjun, Heinolan, Jaalan, Kuusankosken, Kouvolan ja Anjalankosken sekä Päijänteen alueen kunnat.

Saimaan järviolueen väyläverkon pituus on 3 300 km, josta syväväylän (sallittu syväys 4,2 m) yhteispituus on 775 km. Syväväylä alkaa Saimaan kanavan suulta Lauritsalasta jatkuen Savonlinnan kautta Kuopioon ja Siilinjärvelle sekä Joensuuhun ja Puhokselle. Etelä-Saimaalla on syväväyläyhteys Lappeenrantaan, Imatralla ja Ristiinaan. Syväväylä Savonlinnasta Kuopioon kulkee Haukiveden ja Varkauden Taipaleen sulkukanavan kautta. Syväväylän varrella on seitsemän avattavaa siltaa, joista kolme on Savonlinnassa ja kaksi Varkaudessa. Saimaan syväväylä eteläisiltä osiltaan kuuluu pääasiassa Natura 2000- verkoston piiriin.

Suomen sisävesialueilla ei saa kuljettaa raskasta polttoöljyä öljysäiliöaluksen lastisäiliöissä eikä sisävesialueilla liikennöivässä öljysäiliöaluksessa saa kuljettaa mitään öljyä aluksen pohjaan tai ulkolaitaan rajoittuvissa lastisäiliöissä (Asetus aluksista aiheutuvan vesien pilaantumisen ehkäisemisestä). Viimeksi Saimaalla on kuljetettu aluksilla polttoaineita vuonna 1992. Sisävesialuksen polttoainetankeissa saattaa olla raskasta tai kevyttä polttoainetta satoja tonneja. Saimaalla on arvioitu, että nykyisten alusten keskimääräiset polttoainemäärät ovat suuruudeltaan noin 50 m<sup>3</sup>. Polttoainetankit ovat yleensä sijoitettu aluksen kaksoispohjaan aluksen keskiosaan sekä takaosaan konehuoneen lähelle.

Selvityksessä onnettomuudet vuosien 1982-1998 on jaoteltu vaurion suuruuden mukaan: ei vahinkoa, vähäiset ja melkoiset vahingot. Sisävesillä tapahtuneiden onnettomuuksien vaurioiden kustannukset ovat keskimäärin 0,2 milj.mk vuodessa, eikä tarkastelujaksolla onnettomuuksien aluksista ole tullut hylkyjä. Tämän perusteella taulukoissa esitettyjä melkoisia vahinkoja voidaan pitää useassa tapauksessa vaikutuksiltaan vähäisinä.

Riskitarkastelu on suoritettu alueittain liikennetiheyden ja kuljetetussuoriteen perusteella. Syväväylä on jaettu liikennemäärien suhteen 5 osaan: Saimaan kanava, Puumala - Savonlinna alue, Savonlinna - Varkaus - Savonranta, Varkauden pohjoispuoli sekä Savonrannan pohjoispuoli. Syväväylän aluskuljetukset on määritetty Merenkululaitoksen julkaisujen perusteella. Syväväylän osien liikennöintiheydet on laskettu alusten keskimääräisen lastin perusteella. Syväväylän eri osien kuljetussuorite (milj. tonni-km) on laskettu keskimääräisen lastin, liikennetiheyden ja määritettyjen syväväylän pituuksien mukaan.

Saimaalla tapahtuneissa alusonnettomuuksissa ei ole päässyt vuotamaan polttoainetta vesistöön, joten ympäristöriskin taloudellisia vaikutuksia ei voida aineiston perusteella laskea. Aluksen mahdollisuus joutua onnettomuuteen Saimaan kanavalla ja syväväylän eri osilla on keskimäärin 0,95 onnettomuutta /1 000 alusta ja keskimäärin 1 onnettomuus 46,7 milj. tonni-km kohti. Liikennetiheyden perusteella Savonlinnan pohjoispuolisella syväväylällä on keskimääräistä suurempi onnettomuusriski, kun taas kuljetussuoriteen perusteella myös Saimaan kanava ja Savonlinnan alue on keskimääräistä riskialttiimpi. Polttoainesäiliöiden vuoto-riski alkaa olla todennäköinen vasta vaurion ollessa melkoinen. Tällöin keskimääräinen onnettomuusriski on 0,16 onnettomuutta /1 000 alusta. Puumalan ja Sulkan alueella, Varkauden ja Savonrannan pohjoispuolella onnettomuusriski on keskimääräistä suurempi. PIANC (1997) mukaan Pohjois-Euroopan satamien sisään-

tuloväylillä onnettomuusriski on suuruudeltaan 0,03 tapausta 1000 alusta kohti. Tähän lukuun verrattuna Saimaan syväväylän onnettomuusriski on huomattavasti suurempi.

Saimaan kanavalla ja syväväylällä on käytössä PIANC:in (1997) suosittelemat alusten onnettomuusriskin pienentämiskeinot (väylän käytön rajoitukset ja säännöt, merkintöjen tehostamiset sekä liikennejärjestelyt) tai niitä suunnitellaan käyttöön otettavaksi (VTS- ja AIS-järjestelmä (Automatic ship Identification and Surveillance system)). Selkeänä alusturvallisuuden parannustoimenpiteenä on Savonlinnan syväväylän siirto Kyrönsalmesta Laitaatsiltaan tai Aholahteen.

Vaarallisten aineiden maakuljetuksien onnettomuuksista on olemassa vain hajanaisia tietoja, joten vertailua alusliikennekuljetusten kanssa ei luotettavasti voida suorittaa. Vaarallisten aineiden kuljetusten osuus tieliikenteen kuljetussuoritteesta on viime vuosina ollut suuruudeltaan noin 6-8 %. Tieliikenteessä vuosina 1995-1997 rekoille tapahtui noin 4 300 - 4 500 onnettomuutta/vuodessa, jolloin vaarallisia aineita kuljettaville rekoille aiheutuisi samassa suhteessa onnettomuuksia, noin 250-350 onnettomuutta. Vuoden 1997 tilastoitiin 7 vaarallisten aineiden kuljetusten yhteydessä tapahtunutta onnettomuutta. Vuoden 1997 vaarallisten aineiden maantiekuljetusten kuljetussuoritteiden perusteella laskien onnettomuusriski on 221 milj. tonni-km/onnettomuus, joka on hiukan suurempi kuin alusten riski saada melkoisia vaurioita (295 milj. tonni-km). Lisäksi on muistettava, että päinvastoin kuin kyseisen vuoden tieliikenneonnettomuuksissa alusliikenteen onnettomuuksista ei ollut päässyt valumaan polttoöljyä vesistöön. Onnettomuusriskin perusteella ei voida luotettavasti sanoa voitaisiinko raskaan polttoöljyn kuljetukset sallia. Jos kuljetukset sallittaisiin, tulee mm. käytettävän aluskaluston olla uutta, navigointi- ym. laitteiltaan uudenaikaisia. Tällöin aluksen joutuessa onnettomuuteen on öljyvuotoriski minimissään.

Saimaan kanava ja syväväylä alue voidaan jakaa öljyntorjunnan ja virtausten kannalta eri tyyppisiin alueisiin, kuten Saimaan kanava, satamat, järviolueet ja virtapaikat. Öljyntorjunnan kannalta Saimaan kanava ja satamat ovat helposti puomitettavia alueita ja kyseisillä paikoilla on myös helposti saatavissa öljyntorjuntakalustoa. Järviolueilla virtaukset määräytyvät suurelta osin tuulien mukaan ja valuman aiheuttavat virtaukset ovat yleensä pieniä. Salmissa ja virtapaikoissa virtausnopeudet määräytyvät vedenkorkeuseron perusteella.

Mikkelin vesi- ja ympäristöpiirin (1993) selvityksessä on esitetty alusliikenteen kannalta hankalia virtausalueita ja kapeikkoja. Näitä kohteita ovat Parkkari Lappeenrannan luona; Hätinvirta, Puumalansalmi, Osmonaskel ja Pahikka Puumalassa; Vekaransalmi Sulkavalla; Kommersalmi, Kyrönsalmi, Torakkaluoto ja Hietasaari Savonlinnassa; Tappuvirta, Orivirta ja Leppävirta. Vuoksen vesistöalueen syväväylästä kunto on teknisessä mielessä hyvä ja eräässä mielessä jopa parempi kuin rannikkoväylästä.

Lähtökohtana alusonnettomuuksien öljyntorjunnalle on, että ensi lähdön kunnissa on hyvä öljyntorjuntakalusto, riittävästi miehistöä, jolle on annettu tarpeellinen määrä öljyntorjuntakoulutusta.

Selvityksen perusteella pienissä kunnissa on tarvetta suuren työtaakan vuoksi lisätä vakinaisen henkilökunnan määrää, jotta riittävä valmius voidaan taata. Kunnissa on riittävä valmius ensimmäisen vaiheen öljyntorjuntaan (tiedustelu ja vahingon rajoittaminen). Toisen vaiheen öljyntorjunnassa kaupunkien osuus tulee ratkaisevaksi. Kaupunkien palo- ja pelastuslaitoksissa on vuorossa noin kymmenkunta henkeä, joista kaksi saattaa olla varautunut sairaankuljetukseen. Kaupunkien alusten tulee olla riittävän nopeita, jotta toisen vaiheen torjuntatehtävät (vahingon rajoittaminen, öljyn keräily, jne) voidaan suorittaa.

Suomen ympäristökeskus on antanut öljyntorjunnan koulutusta sekä lähiseudun kunnat ovat pitäneet pienimuotoisia yhteisharjoituksia, joiden katsottiin edistävän eniten öljyntorjuntaosaamista. Suurten harjoitusten katsottiin olevan vain 'kalustomarsseja'.

Alusonnottomuuksien öljyntorjunnan valmiuden kannalta liikennetitiheyden ja sattuneiden onnettomuuksien perusteella Savonlinnan eteläpuoleinen syväväylä osa on tärkeämmässä asemassa pohjoispuoliseen syväväylän osaan verrattuna. Poikkeuksen muodostaa Savonranta ja syväväyläosuus Kuhakivelle saakka, jossa on tapahtunut muutama vaurioiltaan melkoinen onnettomuus.

Öljyntorjuntavalmiuden toisen vaiheen torjunnan kannalta Lappeenrantaan ja Savonlinnaan tulee saada paremmat veneet. Savonrannalle tulee sijoittaa parempi vapautuva kierrätysvene. Savonrannan puomikaluston määrä tulee tarkistaa, että se on riittävä onnettomuusriskiin nähden. Puomikalustossa on kirjavuutta ja niiden toisiinsa liittämässä on ongelmia. Tämän vuoksi puomikaluston kiinnityslaitteet pitää yhdenmukaistaa.

Lisäksi selvityksessä on arvioitu Saimaan kanavan laajentamisen ja Kymijoen ja Mäntyharjun kanavien rakentamisen vaikutusta alusonnottomuuksiin ja niiden öljyntorjuntaan.

## Kiitokset

.....

Työn kuluessa on tutustuttu palo- ja pelastuslaitosten öljyntorjuntatoimintaan. Palo- ja pelastuslaitokset valittiin alusonnnettomuuksien ja maakuljetuksien kannalta kriittisiltä alueilta. Tekijät haluavat kiittää Kuopion palolaitoksen palopäällikköä Jorma Westerholmia, Lappeenrannan pelastuslaitoksen palopäällikköä Pentti Kittelää, apulaispalopäällikköä Pekka Rikkosta ja palomestari Erkki Hokkasta, Leppävirran palolaitoksen palopäällikköä Aarno Filppua, Mikkelin pelastuslaitoksen palopäällikköä Ari Kiesilää ja palomestaria Markku Mäkelää, Puumalan palolaitoksen palopäällikköä Olli Kilpeläistä, Savonlinnan palolaitoksen palopäällikköä Pekka Ritola ja palomestari Ari Silmäriä, Savonrannan palolaitoksen palopäällikköä Hannu Jääskeläistä ja Varkauden palolaitoksen palopäällikköä Erkki Asikaista tiedoista. Lisäksi tekijät haluavat kiittää Merenkululaitoksen DI Olli Holmia, Järvi-Suomen merenkulkupiirin toimialapäällikköä Jouni Kokkosta, DI Risto Långia, ylitarkastaja Jukka Niirasta, tarkastustoimen päällikköä Markku Ruuskaa Saimaan syväväylän toimintaan liittyvien tietojen antamisesta sekä Sio-ma Oy:n Hannu Laukkasta ja Suomen ympäristökeskuksen yli-insinööriä Kalervo Jolmaa öljyntorjuntaan liittyvien tietojen antamisesta. Lisäksi tekijät haluavat lausua kiitoksensa niille useille haastatelluille henkilöille eri organisaatioissa, jotka ovat edesauttaneet tämän selvityksen valmistumista.

# Kirjallisuus

- Dannenberg, E. 1989. Saimaan syväväylästäön rahtialusliikenteen onnettomuusselvitys. Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu, Tuotantotalouden osasto, diplomityö, 86 s. + 22 liit.
- Hentinen, M., 1999. Käyttöprofiilin ja työvenetietokannan hyvyksikäyttö öljyntorjuntaveneen päivityksessä. VTT Valmistustekniikka, Raportti VALB371. Espoo, 21.4.1999.
- Jolma, K., 1999. Torjuntavalmius 2005 ja 2010. Ympäristövahinkojen neuvottelupäivät, 21.-22.4.1999. Suomen ympäristökeskus. 77 s. + kuvat.
- Juopperi, J. 1994. Saimaan alueen kuljetusmuotojen ympäristövaikutusten arviointi. Julkaisu 7. Täydennyskoulutuskeskus. Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu. ISBN 951-763-897-3, 42 s + liitteet.
- Järvi-Suomen merenkulupiiri, 199. Saimaan väylät ja kanava. Vesitie eurooppaan. 19 s.
- Kaila J. & Luukkonen, J., 1998. Tilastoyhteenveto Suomen aluevesillä tapahtuneista karilleajoista ja pohjakosketuksista. Teknillinen korkeakoulu, Raportti M-233. 47 s. + liit.
- Keränen, O. (toim.). 1993. Öljypuomiopas. Öljyntorjuntarajoituspuomien määrittely sisävesi- ja rannikkoalueilla. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja, nro 522.
- Kostilainen, V. & Tuovinen, P. 1980. Casualties to Tankers in the Baltic 1960-1975. The Journal of Navigation, Vol. 33, September, No. 3, ss. 379 - 388.
- Kuusisto (toim.), 1999. Elävä Saimaa. Kustannusosakeyhtiö Tammi. 205 s.
- Lehtonen, H., 1989. Alusten öljytankkien tyhjentäminen ja öljyvahinkojen ehkäiseminen vaurioitaneissa. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja No. 222. 101 s. + liit.
- Lewison, G.R.G. 1980. The Estimation of Collision Risk for Marine Traffic in UK Waters. The Journal of Navigation, Vol. 33, September, No. 3, ss. 317 - 328.
- Liikenneministeriö, 1997. Vaarallisten aineiden tiekuljetusonnettomuudet Suomessa vuosina 1990-1996. Liikenneministeriön julkaisuja 6/97. Helsinki.
- Liikenneministeriö, 1999. Vaarallisten aineiden kuljetukset 1997. Viisivuotisselvitys. Liikenneministeriön julkaisuja 8/99. Oy Edita Ab, Helsinki .
- Liikennevakuutuskeskus, 1999. Vakuutusyhtiöiden liikennevahinkotilasto 1997. 26.1.1999. Hakapaino Oy, Helsinki 1999.
- Lonka, H., 1998. Öljy ja kemikaalivahinkojen torjuntavalmius Suomessa - ympäristövahinkojen torjunnan näkökulma. Suomen ympäristökeskus. Julkaisuja 193/Ympäristösuojelu. 144 s.
- Merenkululaitos, 1991. Kotimaan vesiliikenne 1990. Merenkululaitoksen tilastoja 1/1991. ISSN 0785-6881, 39 s.
- Merenkululaitos, 1992. Kotimaan vesiliikenne 1991. Merenkululaitoksen tilastoja 5/1992. ISSN 0785-6881, 50 s.
- Merenkululaitos, 1993. Kotimaan vesiliikenne 1992. Merenkululaitoksen tilastoja 4/1993. ISSN 1235-6336, 49 s.
- Merenkululaitos, 1994. Kotimaan vesiliikenne 1993. Merenkululaitoksen tilastoja 5/1994. ISSN 1235-6336, 55 s.
- Merenkululaitos, 1995. Kotimaan vesiliikenne 1994. Merenkululaitoksen tilastoja 4/1995. ISSN 1235-6336, 57 s.
- Merenkululaitos, 1996a. Kotimaan vesiliikenne 1995. Merenkululaitoksen tilastoja 4/1996. ISSN 1235-6336, 55 s.
- Merenkululaitos, 1996b. Onnettomuusanalyysi 1982-1994. Karilleajot, pohjakosketukset ja yhteentörmäykset. Väyläosasto, 43 s. + 18 liitettä.
- Merenkululaitos, 1997. Kotimaan vesiliikenne 1996. Merenkululaitoksen tilastoja 3/1997. ISSN 1235-6336, 57 s.
- Merenkululaitos, 1998a. Kotimaan vesiliikenne 1997. Merenkululaitoksen tilastoja 3/1998. ISSN-6336, 55 s.
- Merenkululaitos, 1998b. Savonlinnan syväylä. Selvitys syväväylän siirrosta. Kartta- ja väyläosasto.
- Merenkululaitos, 1999. Kotimaan vesiliikenne 1998. Merenkululaitoksen tilastoja 3/1999. ISSN 1235-6336, 55 s.
- Mikkelin lääninhallitus. 1996. Mikkelin läänin riskianalyysi. Mikkeli 30.10.1996. 28 s + liit.

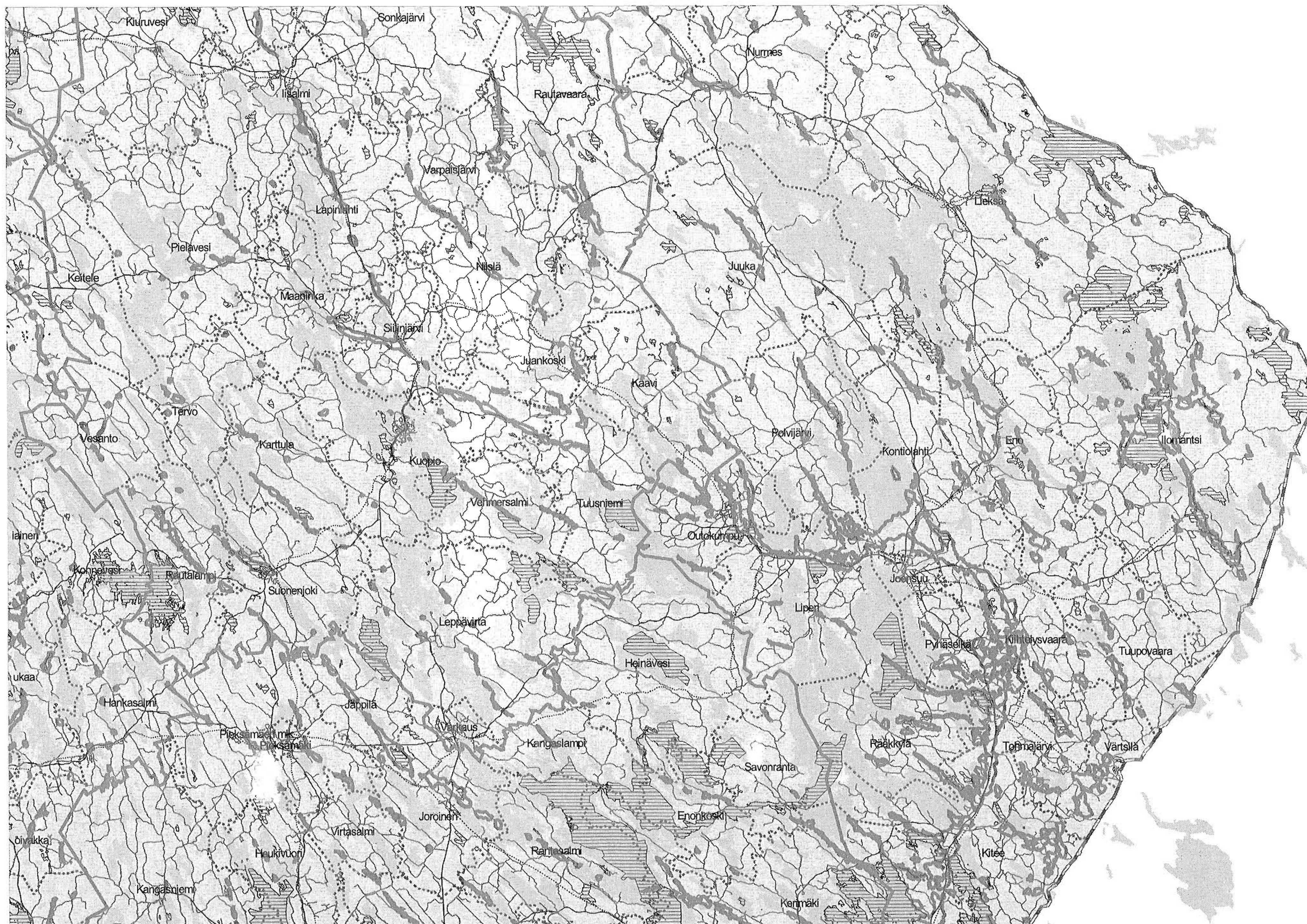
- Mikkelin vesi- ja ympäristöpiiri. 1993. Saimaan kuljetusten ympäristöriskiselvitys. Mikkelin läänin alue. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja nro 465. 29 s.
- Muje, I., Salminen, A., Salonen, H. & Kurttila, H. 1998. Turvatekniikan keskuksen toimialalla 1986-1996 sattuneet onnettomuudet. TUKES-julkaisu 4/1998, Helsinki.
- Muje, I., 1998. Turvatekniikan keskuksen tietoon tulleet onnettomuus- ja vaaratilanteet vuonna 1997. TUKES-julkaisu 6/1998, Helsinki.
- Mykkänen, E., 1999. Öljyntorjuntaveneohje. Ympäristövahinkojen neuvottelupäivät. 21.-22.4.1999. Suomen ympäristökeskus.
- PIANC, 1997, Approach Channels. A Guide for Design. Final Report of the Joint PIANC-IAPH, Working Group II-30 in co-operation with IMPA and IALA, 108 s.
- Rekonen, T., 1998. Väylänavigointi. Väyläsuunnittelukoulutus 27.-29.10.1998. Merenkulkulaitos.
- Rytkönen, J., 1999. Itä-Suomen sisävesiväylästäön kanavahankkeet. Muistio 9.3.1999 Liikenne- ministeriössä pidetystä kokouksesta.
- Saimaa, 1988. Saimaan Vuoksi. Vesiliikenne Tiivistelmä. Vuoksen vesistöprojekti. 15 s.
- Seppälä, S, Huovila, J. & Kaijalainen. E., 1997. Pohjois-Savon ympäristökeskuksen toimintasuunnitelma äkillisten ympäristöonnettomuuksien varalle. Pohjois-Savon ympäristökeskus. Julkaisuja Nro 42. 43 s.
- Solem, R.R., 1980. Probability Models of Groundings and Collisions. In Automation for Safety in Shipping and Offshore Petroleum Operations. A.B.Aune and J.Vlietstra (eds.). North Holland Publishing Company, ss. 401- 405.
- Tilastokeskus, 1996. Liikennetilastollinen vuosikirja 1996. Hakapaino Oy, Helsinki.
- Tilastokeskus, 1997. Liikennetilastollinen vuosikirja 1997. Hakapaino Oy, Helsinki.
- Tilastokeskus, 1998. Liikennetilastollinen vuosikirja 1998. Hakapaino Oy, Helsinki.
- VR. 1997. Kartat.: Vaarallisten aineiden kuljetukset vuonna 1997, kuljetusluokka 3: Palavat nesteet.
- Wuebben, J.L. (editor). 1995. Winter Navigation on the Great Lakes. A Review of Environmental Studies. US Army Corps of Engineers. Cold Regions Research & Engineering Laboratory. CRREL Report 95-10, May, 52 s.
- VTT, 1998. Saimaan talviliikenteen tekniset edellytykset. Satamat, kanavat ja syväväylät. Tutkimuslaskelma VAL34-980933. VTT Valmistustekniikka, Espoo 15.11.1998.



***Liitteet 1 ja 2. Natura 2000- verkoston kohteet ja tärkeät pohjavesialueet Saimaan vesistöalueella.***

Natura 2000- verkoston kohteet ja tärkeät pohjavesialueet Saimaan vesistöalueella. Tiedot yhdistetty kahdelle kartalle, joka kattaa Saimaan vesistöalueen. Suomen ympäristökeskuksen tietokannoista elokuussa 2001 kootut kartat.

© Maanmittauslaitos lupa numero 7/MYY/01



Pohja-aineisto ©Maanmittauslaitos, lupa nro 7/MYY/01.

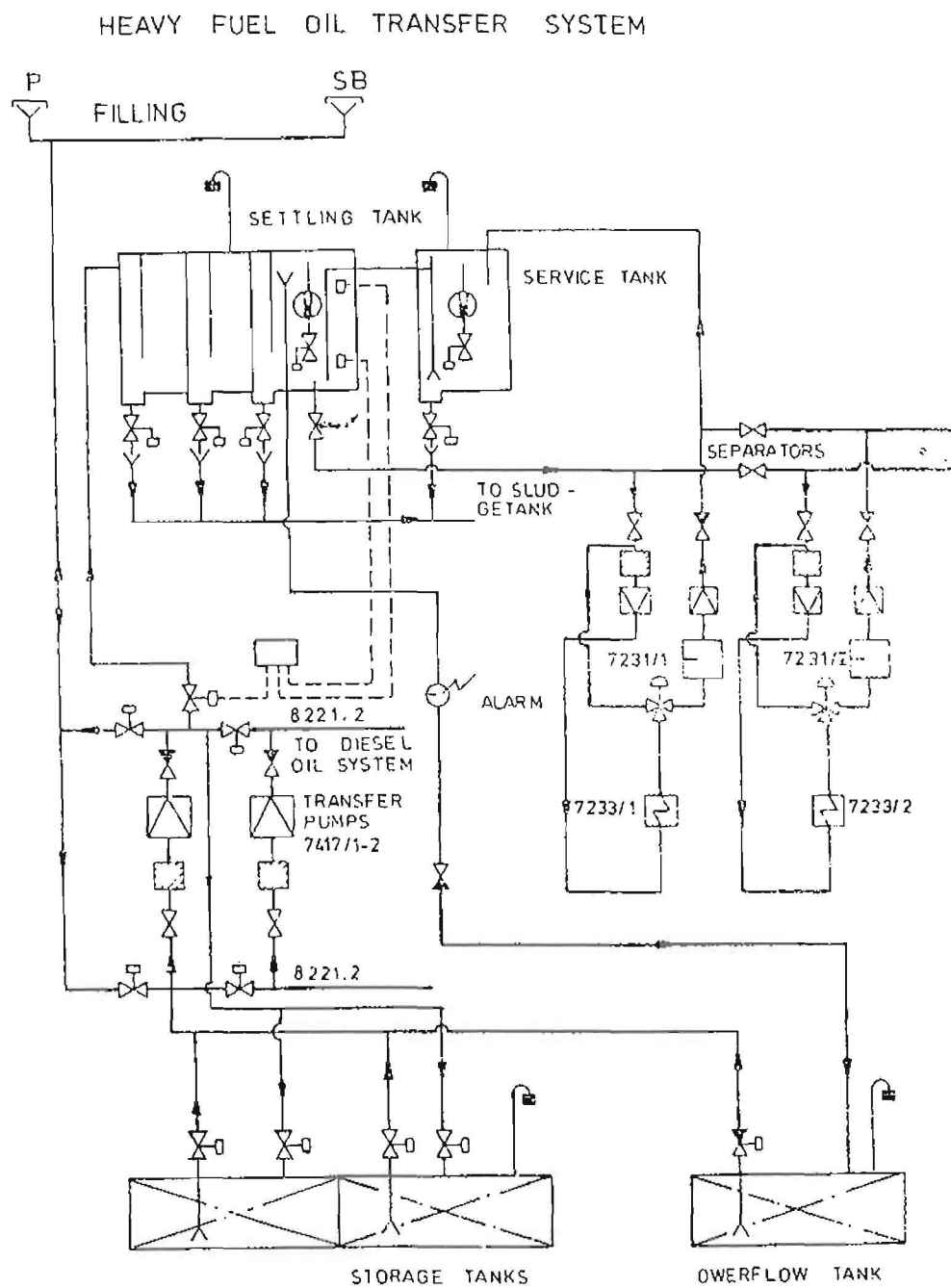




Pohja-aineisto ©Maanmittauslaitos, lupa nro 7/MYY/01.

**Liite 3. RoRo-aluksen polttoainejärjestelmäkaaviot.**

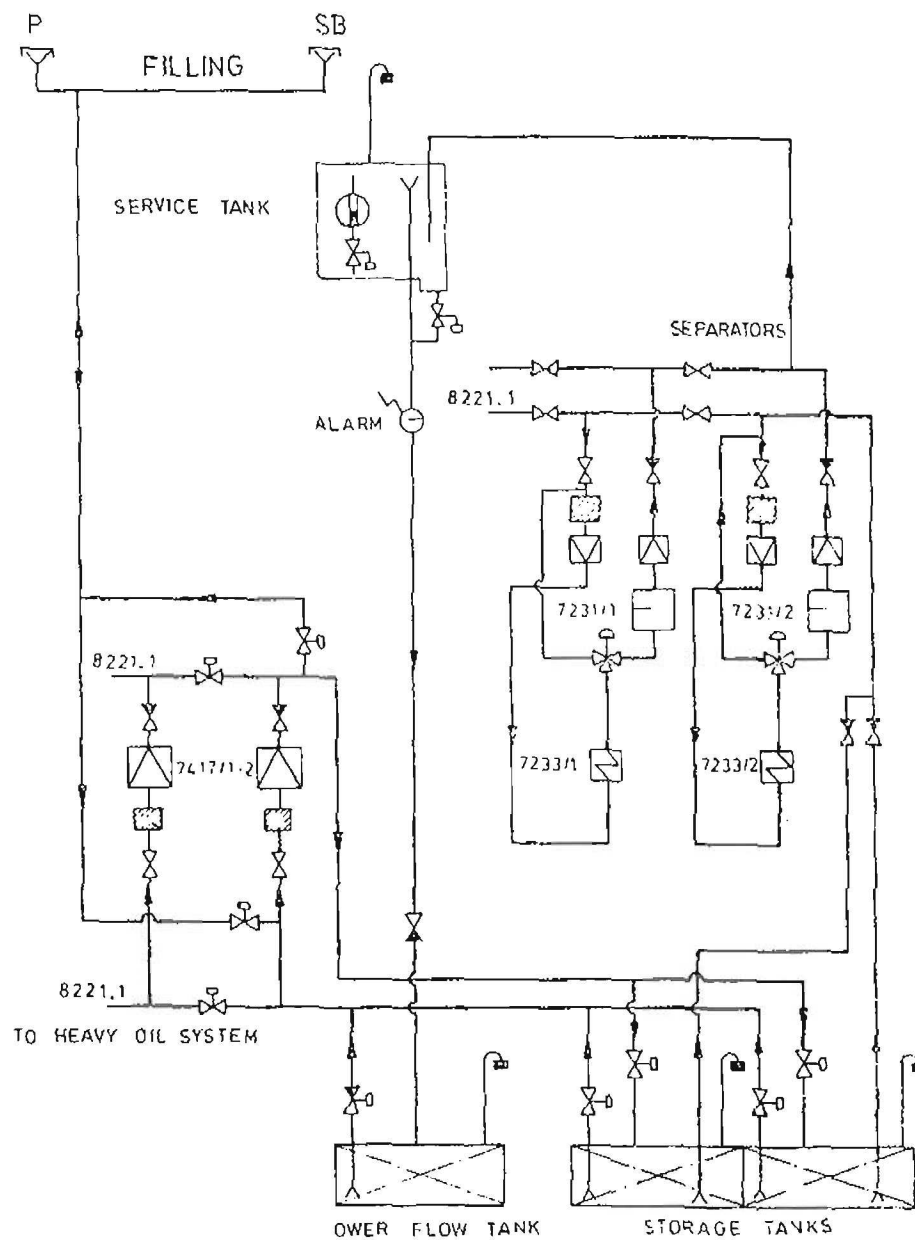
Pienen rannikkoaluksen raskaan polttoöljyn siirtojärjestelmä.



**Liite 4. RoRo-aluksen polttoainejärjestelmäkaaviot.**

Pienen rannikkoaluksen dieselöljyn siirtojärjestelmä.

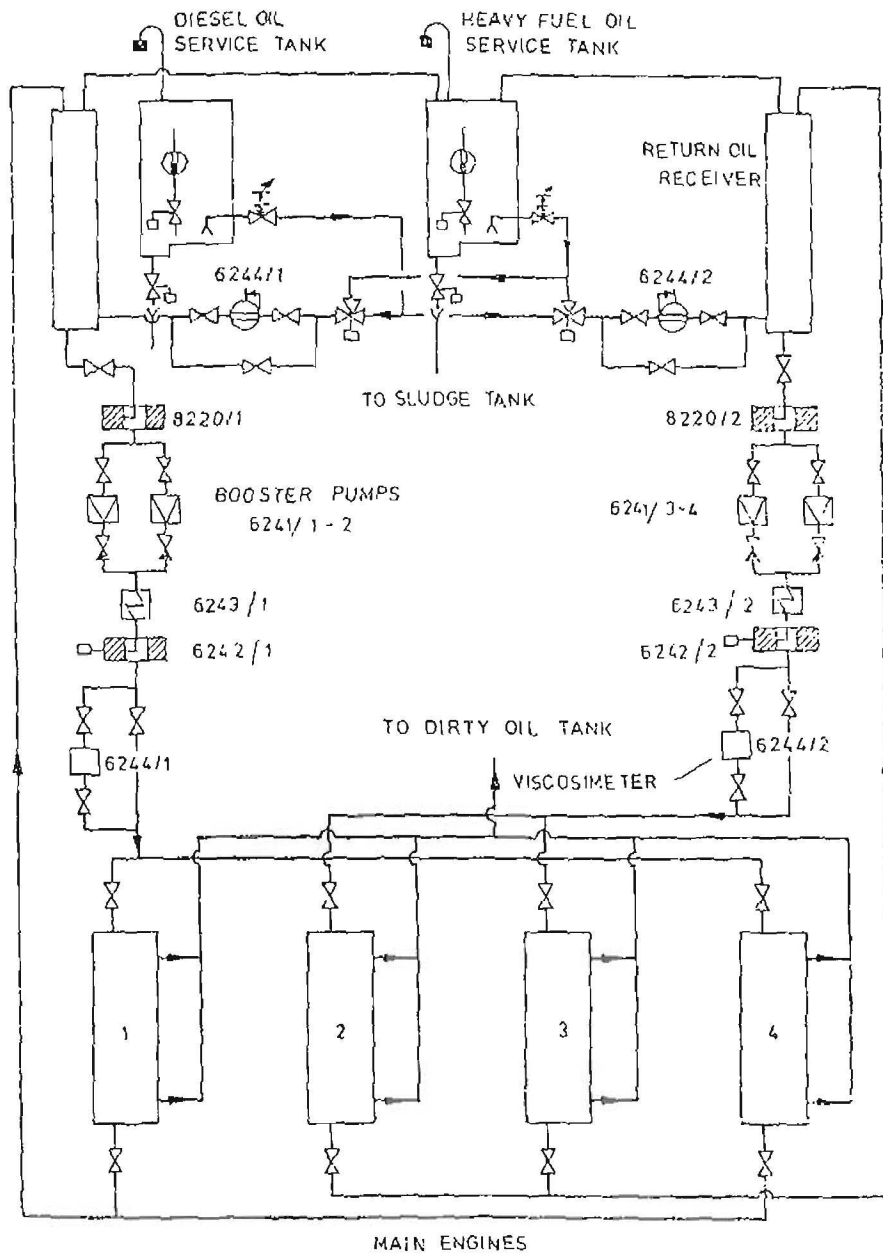
# DIESEL OIL TRANSFER SYSTEM



### Liite 5. RoRo-aluksen polttoainejärjestelmäkaaviot.

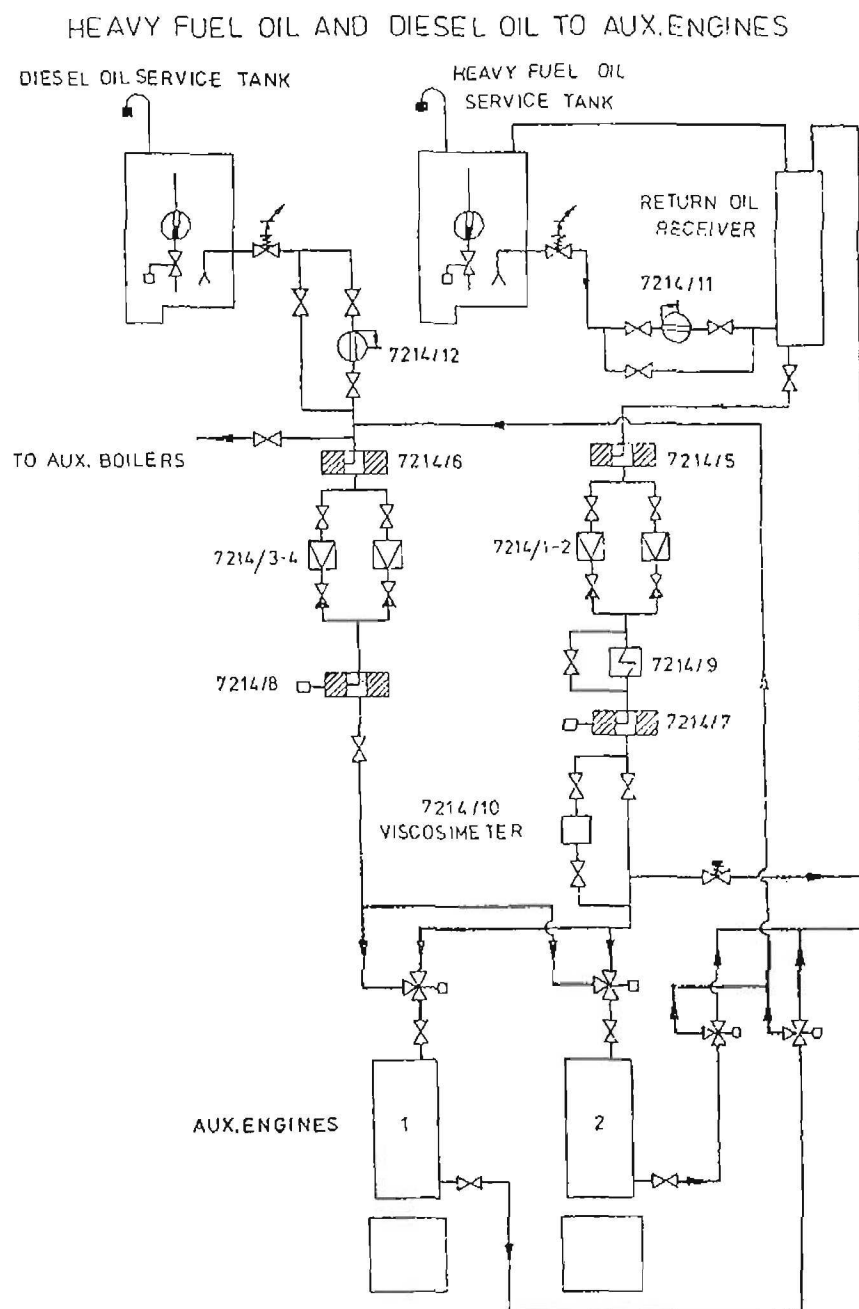
Pienen rannikkoaluksen polttoaineen syöttö pääkoneelle.

#### HEAVY FUEL OIL AND DIESEL OIL TO MAIN ENGINES



**Liite 6. RoRo-aluksen polttoainejärjestelmäkaaviot.**

Pienen rannikkoaluksen polttoaineen syöttö apukoneille.

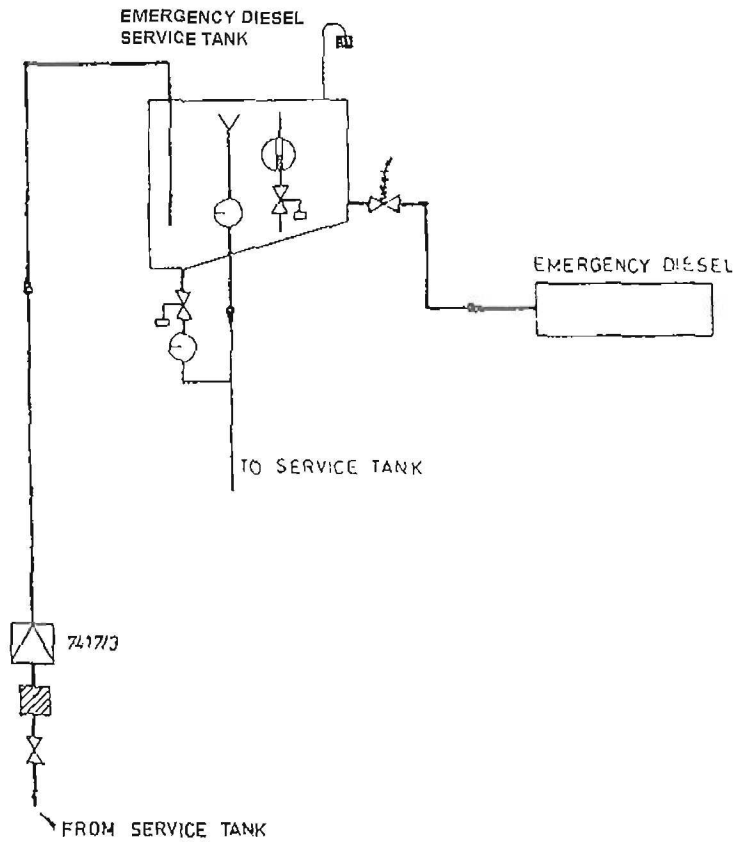




**Liite 7. RoRo-aluksen polttoainejärjestelmäkaaviot.**

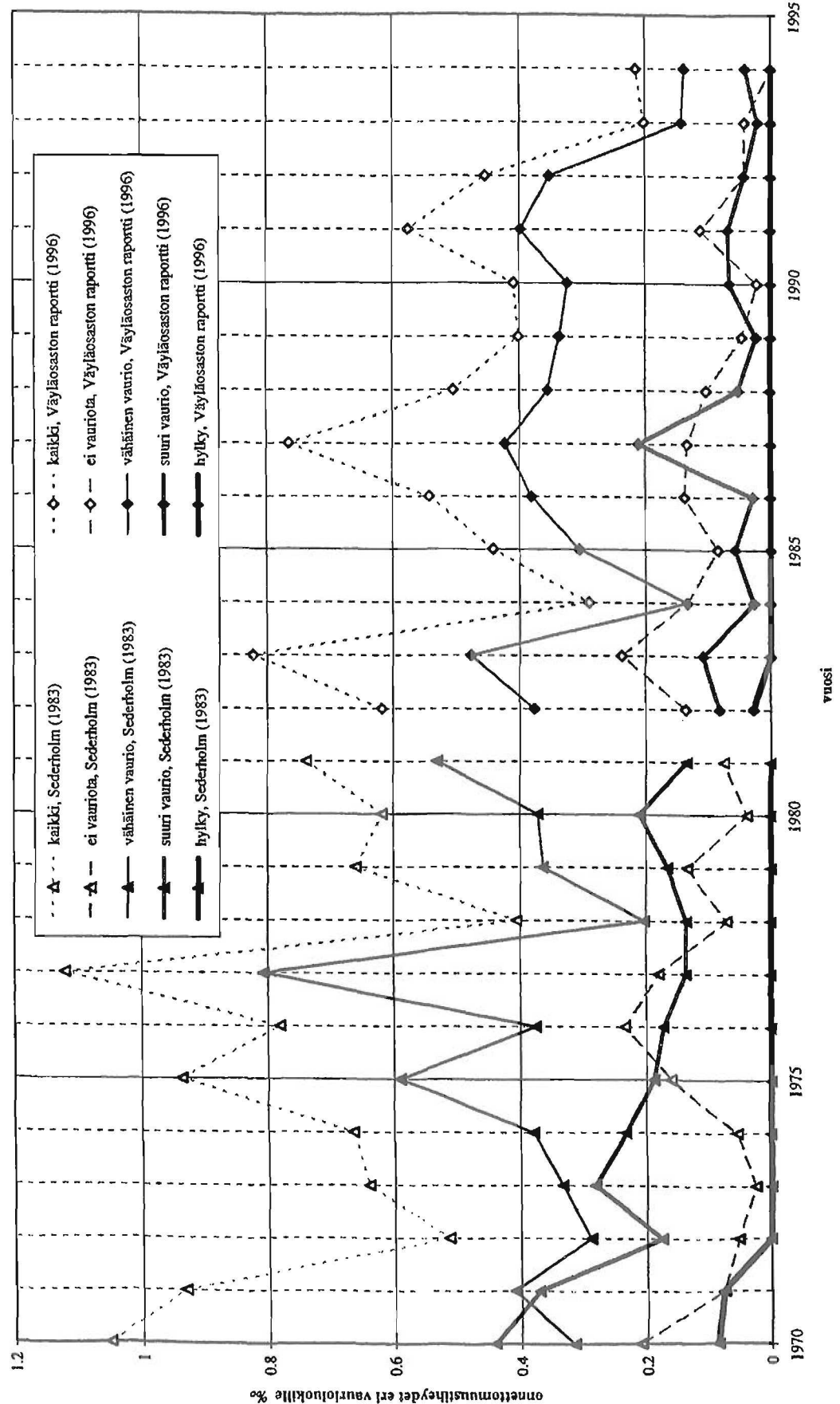
Dieselöljyn hätäpumppausjärjestelmä pienessä rannikkorahtialuksessa

EMERGENCY DIESEL OIL SYSTEM

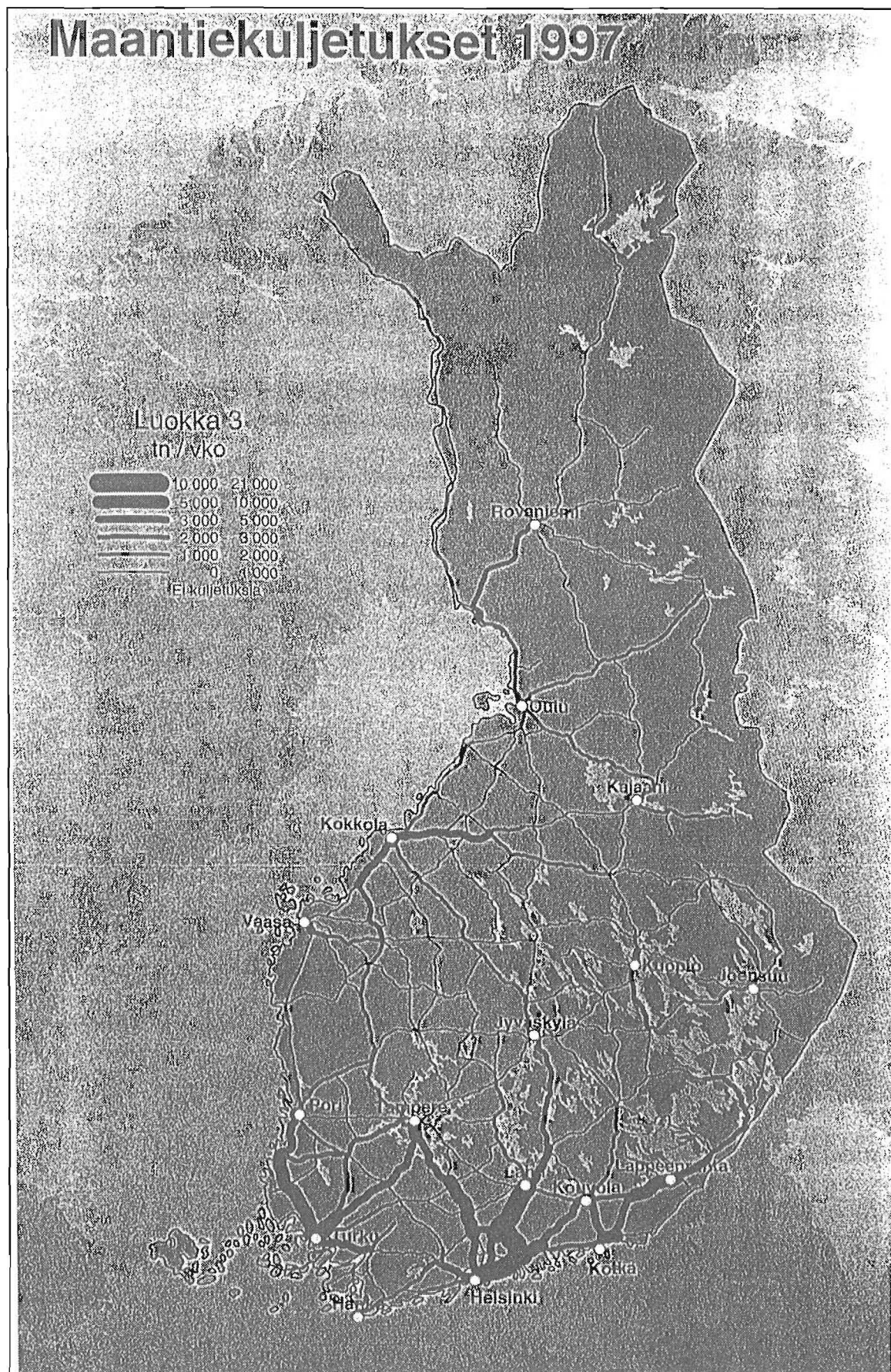


# Liite 8. Onnettomuustiheydet [%o] eri vaurioluokille.

Onnettomuustiheydet eri vaurioluokille ulkomailta kotimaiseen satamaan saapuville aluksille Sederholmin (1983) ja Väyläosaston raportin (1996) mukaan 1970-94 välisenä aikana.

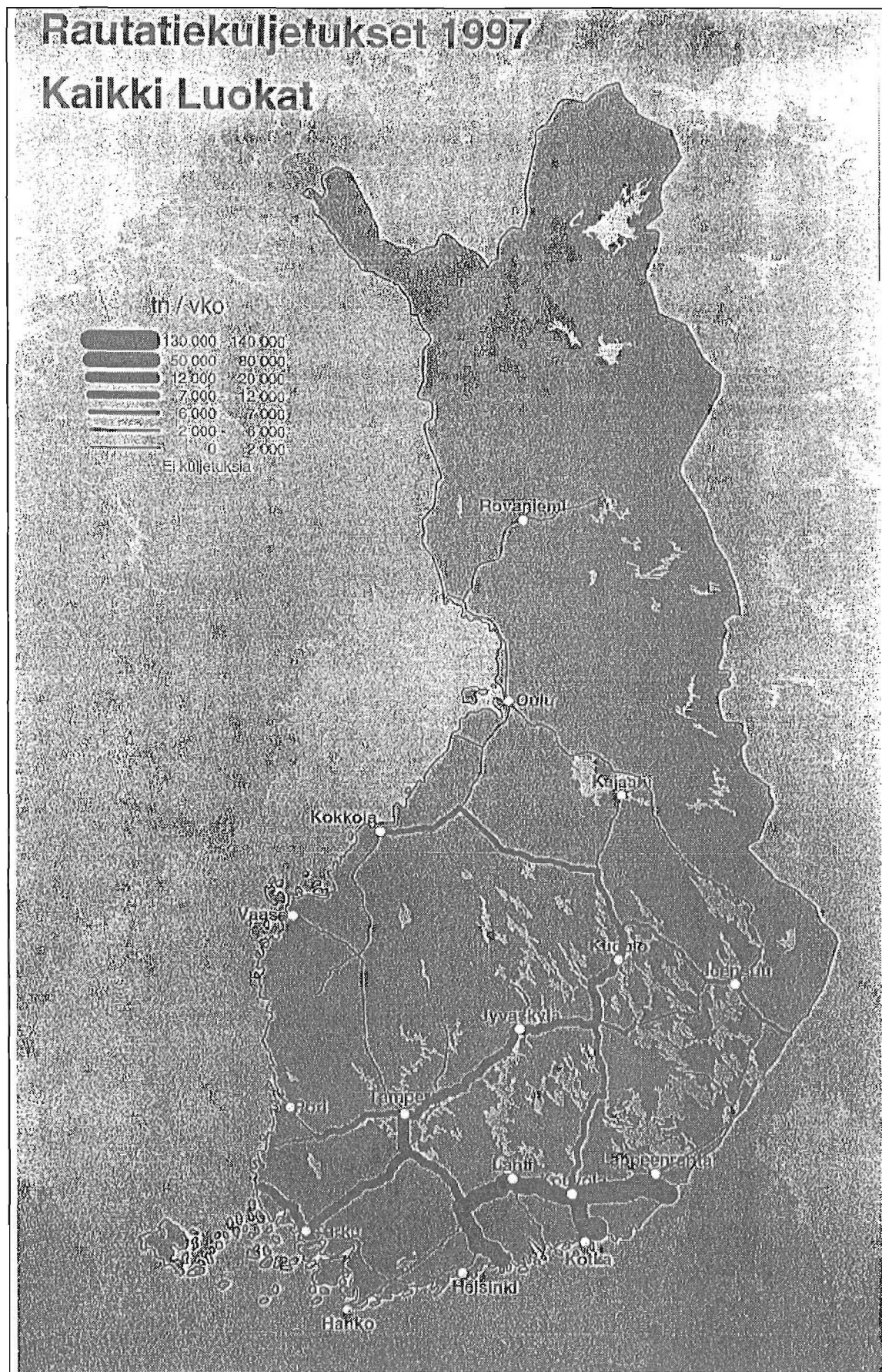


**Liite 9. Palavien nesteiden maantiekuljetukset vuonna 1997  
(Liikenneministeriö, 1999).**





**Liite 10. Vaarallisten aineiden rautatiekuljetukset vuonna 1997  
(Liikenneministeriö, 1999).**



**Liite II. Saimaan aluskuljetusten jakautuminen syväväylän osille**

Vuosi	Puumala-Savonlinna		Varkaus		Kuopio		Joensuu	
	milj.tonnia	alus lkm	milj.tonnia	alus lkm	milj.tonnia	alus lkm	milj.tonnia	alus lkm
1982	0,70	1410	0,39	797	0,13	258	0,22	454
1983	0,87	1689	0,49	956	0,16	309	0,28	544
1984	0,91	1672	0,52	946	0,17	306	0,29	538
1985	0,98	1556	0,55	880	0,18	285	0,31	501
1986	1,06	1694	0,60	958	0,19	310	0,34	545
1987	1,08	1603	0,61	907	0,20	293	0,35	516
1988	1,19	1761	0,67	996	0,22	322	0,38	567
1989	1,22	1655	0,69	936	0,22	303	0,39	533
1990	1,02	1386	0,54	734	0,16	217	0,31	421
1991	1,01	1241	0,46	565	0,12	147	0,33	405
1992	0,93	993	0,61	651	0,18	192	0,25	267
1993	1,03	1245	0,64	774	0,19	230	0,36	435
1994	1,13	1203	0,67	714	0,26	277	0,33	351
1995	1,21	1314	0,72	782	0,28	304	0,4	434
1996	1,3	1294	0,67	667	0,24	239	0,42	418
1997	1,28	1231	0,73	702	0,22	212	0,46	442
1998	1,39	1298	0,78	728	0,23	215	0,45	420
Keskiarvo	1,08	1426	0,61	805	0,20	260	0,35	458

**Liite 12. Arvio Saimaan aluskuljetusten kuljetussuoritteista syväväylän eri osille**

Vuosi	Saimaan kanava [milj. t-km]	Lappeenranta [milj. t-km]	Puumala- Sulkava [milj. t-km]	Savonlinna [milj. t-km]	Savonlinna- Varkaus [milj. t-km]	Varkaus pohj.puoli [milj. t-km]	Saimaanranta pohj.puoli [milj. t-km]	Yhteensä	Danneberg [1989] Saimaan syväväylä
1982	40,35	37,62	62,81	20,94	26,05	10,08	14,60	212	117,9
1983	50,46	47,05	78,61	26,20	32,60	12,62	18,27	266	135,2
1984	52,82	49,25	82,31	27,44	34,14	13,21	19,13	278	143,1
1985	56,38	52,57	87,82	29,27	36,42	14,09	20,41	297	157,8
1986	61,36	57,21	95,58	31,86	39,64	15,34	22,21	323	201,1
1987	62,61	58,38	97,53	32,51	40,45	15,65	22,66	330	208,2
1988	68,89	64,23	107,28	35,76	44,50	17,22	24,93	363	
1989	70,57	65,80	109,94	36,65	45,60	17,65	25,55	372	
1990	76,00	70,86	91,80	30,60	35,64	12,64	20,15	338	
1991	65,13	60,72	90,90	30,30	30,36	9,48	21,45	308	
1992	65,20	60,79	83,70	27,90	40,26	14,22	16,25	308	
1993	59,50	55,48	92,70	30,90	42,24	15,01	23,40	319	
1994	65,98	61,52	101,70	33,90	44,22	20,54	21,45	349	
1995	67,33	62,78	108,90	36,30	47,52	22,12	26,00	371	
1996	61,70	57,53	117,00	39,00	44,22	18,96	27,30	366	
1997	66,75	62,23	115,20	38,40	48,18	17,38	29,90	378	
1998	69,70	64,99	125,10	41,70	51,48	18,17	29,25	400	
Keskiarvo	62,39	58,18	96,99	32,33	40,21	15,55	22,52		

### Liite 13. Riskitarkastelu alueittain liikennetiheyden ja kuljetetussuoritteiden perusteella.

#### Saimaan kanava

Vuosi	Onnettomuudet			Riski/mrd. tonni-km			Riski/1000 aluskäyntiä		
	Kaikki	vähäinen	melkoinen	Kaikki	vähäinen	melkoinen	Kaikki	vähäinen	melkoinen
1982	1	0	0	24,78	0,00	0,00	0,53	0,00	0,00
1983	2	1	0	39,64	19,82	0,00	0,88	0,44	0,00
1984	1	1	1	18,93	18,93	18,93	0,44	0,44	0,44
1985	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1986	3	2	0	48,90	32,60	0,00	1,32	0,88	0,00
1987	5	3	0	79,86	47,91	0,00	2,32	1,39	0,00
1988	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1989	1	1	0	14,17	14,17	0,00	0,45	0,45	0,00
1990	1	1	0	13,16	13,16	0,00	0,42	0,42	0,00
1991	1	0	0	15,35	0,00	0,00	0,54	0,00	0,00
1992	1	1	0	15,34	15,34	0,00	0,62	0,62	0,00
1993	1	1	1	16,81	16,81	16,81	0,60	0,60	0,60
1994	3	1	1	45,47	15,16	15,16	1,83	0,61	0,61
1995	1	1	0	14,85	14,85	0,00	0,59	0,59	0,00
1996	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1997	3	3	0	44,95	44,95	0,00	2,01	2,01	0,00
1998	2	2	0	28,69	28,69	0,00	1,32	1,32	0,00
Yhteensä	26	18	3	420,89	282,38	50,89	13,84	9,75	1,65
Keskimääräinen riski				24,76	16,61	2,99	0,81	0,57	0,10

#### Lappeenrannan alue

Vuosi	Onnettomuudet			Riski/mrd. tonni-km			Riski/1000 aluskäyntiä		
	Kaikki	vähäinen	melkoinen	Kaikki	vähäinen	melkoinen	Kaikki	vähäinen	melkoinen
1982	1	1	0	26,58	26,58	0,00	0,53	0,53	0,00
1983	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1984	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1985	2	1	0	38,05	19,02	0,00	0,95	0,48	0,00
1986	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1987	1	1	1	17,13	17,13	0,00	0,46	0,46	0,00
1988	1	1	0	15,57	15,57	15,57	0,42	0,42	0,42
1989	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1990	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1991	2	1	0	32,94	16,47	0,00	1,07	0,54	0,00
1992	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1993	3	1	1	54,08	18,03	18,03	1,79	0,60	0,60
1994	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1995	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1996	1	1	0	17,38	17,38	0,00	0,70	0,70	0,00
1997	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1998	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Yhteensä	11	7	2	201,72	130,18	33,59	5,93	3,72	1,02
Keskimääräinen riski				11,87	7,66	1,98	0,35	0,22	0,06



## Puumala - Sulkava

Vuosi	Onnettomuudet			Riski/mrd. tonni-km			Riski/1000 aluskäyntiä		
	Kaikki	vähäinen	melkoinen	Kaikki	vähäinen	melkoinen	Kaikki	vähäinen	melkoinen
1982	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1983	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1984	1	0	0	12,15	0,00	0,00	0,60	0,00	0,00
1985	2	0	0	22,78	0,00	0,00	1,29	0,00	0,00
1986	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1987	2	1	1	20,51	10,25	10,25	1,25	0,62	0,62
1988	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1989	1	1	1	9,10	9,10	9,10	0,60	0,60	0,60
1990	2	1	0	21,79	10,89	0,00	1,44	0,72	0,00
1991	1	1	1	11,00	11,00	11,00	0,81	0,81	0,81
1992	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1993	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1994	2	2	2	19,67	19,67	19,67	1,66	1,66	1,66
1995	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1996	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1997	1	1	0	8,68	8,68	0,00	0,81	0,81	0,00
1998	3	3	1	23,98	23,98	7,99	2,31	2,31	0,77
Yhteensä	15	10	6	149,64	93,57	58,01	10,77	7,54	4,47
Keskimääräinen riski				8,80	5,50	3,41	0,63	0,44	0,26

## Savonlinnan alue

Vuosi	Onnettomuudet			Riski/mrd. tonni-km			Riski/1000 aluskäyntiä		
	Kaikki	vähäinen	melkoinen	Kaikki	vähäinen	melkoinen	Kaikki	vähäinen	melkoinen
1982	1	0	0	47,76	0,00	0,00	0,71	0,00	0,00
1983	3	3	1	114,49	114,49	38,16	1,78	1,78	0,59
1984	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1985	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1986	2	0	0	62,77	0,00	0,00	1,18	0,00	0,00
1987	4	3	0	123,04	92,28	0,00	2,50	1,87	0,00
1988	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1989	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1990	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1991	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1992	1	1	0	35,84	35,84	0,00	1,01	1,01	0,00
1993	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1994	1	1	0	29,50	29,50	0,00	0,83	0,83	0,00
1995	2	2	0	55,10	55,10	0,00	1,52	1,52	0,00
1996	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1997	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1998	1	1	0	23,98	23,98	0,00	0,77	0,77	0,00
Yhteensä	15	11	1	492,49	351,19	38,16	10,29	7,78	0,59
Keskimääräinen riski				28,97	20,66	2,24	0,61	0,46	0,03

## Savonlinna - Varkaus - Savonranta

Vuosi	Onnettomuudet			Riski/mrd. tonni-km			Riski/1000 aluskäyntiä		
	Kaikki	vähäinen	melkoinen	Kaikki	vähäinen	melkoinen	Kaikki	vähäinen	melkoinen
1982	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1983	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1984	2	1	0	58,58	29,29	0,00	2,11	1,06	0,00
1985	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1986	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1987	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1988	1	0	0	22,47	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
1989	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1990	1	1	1	28,06	28,06	28,06	1,36	1,36	1,36
1991	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1992	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1993	1	0	0	23,67	0,00	0,00	1,29	0,00	0,00
1994	1	0	0	22,61	0,00	0,00	1,40	0,00	0,00
1995	1	1	0	21,04	21,04	0,00	1,28	1,28	0,00
1996	4	4	0	90,46	90,46	0,00	6,00	6,00	0,00
1997	2	2	0	41,51	41,51	0,00	2,85	2,85	0,00
1998	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Yhteensä</b>	<b>13</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>308,41</b>	<b>210,36</b>	<b>28,06</b>	<b>17,30</b>	<b>12,55</b>	<b>1,36</b>
<b>Keskimääräinen riski</b>				<b>18,14</b>	<b>12,37</b>	<b>1,65</b>	<b>1,02</b>	<b>0,74</b>	<b>0,08</b>

## Varkaus pohjoispuoli

Vuosi	Onnettomuudet			Riski/mrd. tonni-km			Riski/1000 aluskäyntiä		
	Kaikki	vähäinen	melkoinen	Kaikki	vähäinen	melkoinen	Kaikki	vähäinen	melkoinen
1982	1	0	0	99,20	0,00	0,00	3,88	0,00	0,00
1983	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1984	0	1	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1985	1	0	0	70,95	0,00	0,00	3,51	0,00	0,00
1986	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1987	1	1	1	63,88	63,88	63,88	3,41	3,41	3,41
1988	1	0	0	58,08	0,00	0,00	3,11	0,00	0,00
1989	2	2	0	113,34	113,34	0,00	6,61	6,61	0,00
1990	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1991	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1992	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1993	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1994	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1995	1	1	0	45,21	45,21	0,00	3,29	3,29	0,00
1996	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1997	2	2	0	115,07	115,07	0,00	9,45	9,45	0,00
1998	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Yhteensä</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>565,73</b>	<b>337,51</b>	<b>63,88</b>	<b>33,26</b>	<b>22,76</b>	<b>3,41</b>
<b>Keskimääräinen riski</b>				<b>33,28</b>	<b>19,85</b>	<b>3,76</b>	<b>1,96</b>	<b>1,34</b>	<b>0,20</b>

## Savonrannan pohjoispuoli

Vuosi	Onnettomuudet			Riski/mrd. tonni-km			Riski/1000 aluskäyntiä		
	Kaikki	vähäinen	melkoinen	Kaikki	vähäinen	melkoinen	Kaikki	vähäinen	melkoinen
1982	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1983	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1984	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1985	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1986	1	1	0	45,02	45,02	0,00	1,83	1,83	0,00
1987	2	1	0	88,24	44,12	0,00	3,88	1,94	0,00
1988	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1989	1	1	1	39,14	39,14	39,14	1,88	1,88	1,88
1990	1	1	0	49,63	49,63	0,00	2,37	2,37	0,00
1991	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1992	1	0	0	61,54	0,00	0,00	3,75	0,00	0,00
1993	1	1	1	42,74	42,74	42,74	2,30	2,30	2,30
1994	1	1	1	46,62	46,62	46,62	2,85	2,85	2,85
1995	1	1	0	38,46	38,46	0,00	2,30	2,30	0,00
1996	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1997	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1998	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Yhteensä	9	7	3	411,39	305,73	128,50	21,16	15,47	7,02
Keskimääräinen riski				24,20	17,98	7,56	1,24	0,91	0,41

# Kuvailulehti

Julkaisija	Suomen ympäristökeskus	Julkaisu-aika 30.08.2001
Tekijä(t)	Juha Laasonen, Jorma Rytönen ja Jukka Sassi	
Julkaisun nimi	Saimaan vesistöalueen kuljetusten ympäristöriskit	
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut		
Tiivistelmä	<p>Suomen ympäristökeskus tilasi VTT Valmistustekniikasta tutkimuksen Saimaan vesistöalueen kuljetusten ympäristöriskien päivittämiseksi. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää Saimaan alueen kuljetusten ympäristöriskkejä vesistölle sekä arvioida Saimaan vesistöalueen riskianalyysin perusteella nykyisen öljyntorjuntakaluston riittävyyttä.</p> <p>Saimaalla ei ole kuljetettu öljytuotteita vuoden 1992 jälkeen, jolloin raskaiden öljytuotteiden kuljetus kiellettiin. Valtaosalla aluksilla kuljetettavista tuotteista ei ole vesistöön jouduttuaan haitallisia ympäristövaikutuksia. Tarkastelujaksolla 1982-1998 Saimaalla tapahtuneissa alusonnnettomuuksissa polttoainetta ei ole päässyt vuotamaan vesistöön. Suurin riski alushaverissa on aluksen omien polttoainetankkien rikkoutuminen ja polttoaineen joutuminen vesistöön, jonka suuruus maksimissaan on arvioitu olevan 50 m<sup>3</sup>.</p> <p>Vuosien 1982-1998 alusonnnettomuudet on jaoteltu vaurion suuruuden mukaan: ei vahinkoa, vähäiset ja melkoiset vahingot. Sisävesionnettomuuksien vaurioiden kustannukset ovat olleet keskimäärin vain 0,2 milj.mk vuodessa, eikä tarkastelujaksolla onnettomuusaluksista ole tullut hylkyä. Polttoainesäiliöiden vuotoriski alkaa olla todennäköinen vasta vaurion ollessa melkoinen. Tällöin keskimääräinen onnettomuusriski on 0,16 onnettomuutta/1000 alusta. Selvityksessä on myös arvioitu vaarallisten aineiden tiekuljetusriskiä, mutta maakuljetuksien onnettomuuksista on olemassa vain hajanaisia tietoja eikä vertailu ole voitu suorittaa.</p> <p>Saimaan kanavalla ja syväväylällä on käytössä PLANC:in (1997) suosittelemat alusten onnettomuusriskin pienentämiskeinot (väylän käytön rajoitukset ja säännöt, merkintöjen tehostamiset sekä liikennejärjestelyt) tai niitä suunnitellaan käyttöön otettavaksi (VTS-järjestelmä). Ainoana selkeänä alusturvallisuuden parannustoimenpiteenä on Savonlinnan syväväylän siirto Kyrönsalmesta Laitaatsilta tai Aholahteen. Liikennetiheyden ja sattuneiden onnettomuuksien perusteella Savonlinnan eteläpuoleinen syväväyläosa on öljyntorjuntavalmiuden kannalta tärkeämmässä asemassa kuin pohjoispuoleinen syväväylän osa (poikkeuksen muodostaa Savonrannan ja Kuhakiven välinen syväväyläosuus). Selvityksen mukaan Saimaan alueen kunnissa on riittävä valmius ensimmäisen vaiheen öljyntorjuntaan (tiedustelu ja vahingon rajoittaminen). Toisen vaiheen öljyntorjunnassa kaupunkien palo- ja pelastuslaitosten osuus tulee ratkaisevaksi. Kaupunkien alukset tulee olla riittävän nopeita, jotta toisen vaiheen torjuntatehtävät (vahingon rajoittaminen, öljyn keräily, jne) voidaan suorittaa.</p>	
Asiasanat	ympäristöriskit, vesikuljetus, öljyntorjunta, öljyonnettomuudet, väylät, Saimaa	
Julkaisusarjan nimi ja numero	Suomen ympäristö 455	
Julkaisun teema	Ympäristönsuojelu	
Projekti-hankkeen nimi ja projektin numero		
Rahoittaja/ toimeksiantaja		
Projektiryhmään kuuluvat organisaatiot		
	ISSN 1238-7312	ISBN 952-11-0857-6
	Sivuja 101	Kieli Suomi
	Luottamuksellisuus Julkinen	Hinta 87,00 mk, 14,63 e
Julkaisun myynti/ jakaja	Edita Oyj, Asiakaspalvelu, PL 800, 00043 Edita puh. 020 450 05, telefax 020 450 2380, sähköpostiosoite: asiakaspalvelu@edita.fi, www-palvelin: http://www.edita.fi/netmarket	
Julkaisun kustantaja	Suomen ympäristökeskus PL 140, 00251 Helsinki	
Painopaikka ja -aika	Edita Oyj, Helsinki 2001	

# Presentationssblad

Utgivare	Finlands miljöcentral	Datum 30.08.2001
Författare	Juha Laasonen, Jorma Rytönen och Jukka Sassi	
Publikationens titel	Miljöriskerna i samband med vattentransporter i Saimens vattendragsområde.	
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt		
Sammandrag	<p>Finlands miljöcentral beställde av VTT Tillverknings teknik en undersökning för att uppdatera miljöriskerna i samband med vattentransporter i Saimens vattendragsområde. Undersökningens mål var att utreda vattentransporternas miljörisker för vattendraget samt att med hjälp av riskanalys av Saimens vattendragsområde uppskatta den nuvarande oljebekämpningsutrustningens kapacitet. Oljeprodukter har inte transporterats på Saimen efter år 1992, då transporten av tunga oljeprodukter förbjöds. Största delen av de produkter som transporteras med fartygen har inga skadliga miljöeffekter om de spills ut i vattnet. I de fartygsolyckor, som skedde på Saimen under observationsperioden 1982-1998, har bränsle inte runnit ut. Den största risken i olyckorna är, att skeppets egna bränsletankar, springer läck och att bränsle rinner ut i vattendraget. Utsläppet kan vara upp till 50 m<sup>3</sup>.</p> <p>Fartygsolyckorna under perioden 1982-1998 har klassificerats enligt skadans storlek: ingen skada, små skador och stora skador. Kostnaderna för skador på insjöarna har varit i medeltal endast 0,2 milj. mk per år, och under observationsperioden har de förolyckade fartygen inte blivit vrak. Bränsletankens läckagerisk blir sannolik endast då skadan är stor. Då är den genomsnittliga olycksrisken 0,16 olyckor/1000 fartyg. I utredningen har också uppskattats riskerna i samband med vägtransport av farliga ämnen, men om landtransporternas olyckor finns endast spridda uppgifter och en jämförelse har varit omöjlig.</p> <p>I Saima kanal och i djupleden tillämpas de av PIANC (1997) rekommenderade metoderna för minskning av olycksrisker (begränsningar och regler för användning av farled, effektivisering av märkning samt trafikarrangemang) eller de planeras att tas i bruk (VTS-systemet). Den enda klara förbättringsåtgärden av fartygssäkerheten är att flytta djupleden i Nyslott från Kyrönsalmi till Laitaatsilta eller Aholahiti.</p> <p>Utgående från trafiktätheten och de skedda olyckorna är den delen av djupleden som är söder om Nyslott viktigare ur oljebekämpningssynvinkel än den delen som är norr om Nyslott (undantag är delen mellan Savonranta och Kuhakivi). Enligt utredningen har Saimaa-området kommuner tillräcklig beredskap för första skedets oljebekämpning (rekognosering och begränsning av skadan). Gällande andra skedets oljebekämpning blir städernas brand- och räddningsverks andel avgörande. Städernas fartyg skall vara tillräckligt snabba för att det andra skedets bekämpningsuppgifter (begränsning av skadan, uppsamling av olja, osv.) kan utföras.</p>	
Nyckelord	miljörisker, vattentransport, oljebekämpning, oljeskador, farleder, Saimen	
Publikationsserie och nummer	Miljön i Finland 455	
Publikationens tema	Miljövård	
Projektets namn och nummer		
Finansiär/ uppdragsgivare	Finlands miljöcentral	
Organisationer i projektgruppen		
	ISSN 1238-7312	ISBN 952-11-0857-6
	Sidantal 101	Språk Finska
	Offentlighet Offentlig	Pris FIM 87,00 14,63 EUR
Beställningar/ distribution	Edita Oyj, Kundservice, PB 800, FIN-00043 Edita, Finland tel. +358 20 450 05, telefax +358 20 450 2380 e-mail: asiakaspalvelu@edita.fi, www-server: http://www.edita.fi/netmarket	
Förläggare	Finlands miljöcentral PL 140, 00251 Helsingfors	
Tryckeri/ tryckningsort och -år	Edita Oyj, Helsingfors 2001	

# Documentation page

Publisher	Finnish Environment Institute	Date 30.08.2001
Author(s)	Juha Laasonen, Jorma Rytönen and Jukka Sassi	
Title of publication	Environmental hazards related to transports in Saimaa lake system	
Parts of publication/ other project publications		
Abstract	<p>The Finnish Environment Institute ordered from VTT Manufacturing Technology a study for the updating of the environmental hazards related to transports in Saimaa lake system. The aim of the study was to find out the environmental hazards of transports in Saimaa lake system to the water body and to assess on the basis of a risk analysis of Saimaa lake system the sufficiency of the present oil-combating equipment. No oil products have been transported in Saimaa since 1992, when the transport of heavy oil products was prohibited. The major part of the products that are transported onboard vessels have no harmful environmental impacts if they are spread to the water body. In the vessel accidents that took place in Saimaa during the study period 1982 to 1998 no fuel leaked to the lake system. The major risk in vessel averages is that the own fuel tanks of the vessel are broken as a result of which fuel flows to the water body, the size of which has been estimated as 50 m3 at the most.</p> <p>The vessel accidents during the years 1982 to 1998 have been divided according to the size of the damage: no damage, minor, and considerable damage. The costs of the damages of inland water accidents have on the average only been FIM 0.2 million annually, and no accident vessels have become wrecks during the study period. The leakage risk of the fuel tanks starts to be probable first when the damage is considerable. In this case, the average accident risk is 0.16 accidents per 1000 vessels. The study has also assessed the road transport risk of hazardous substances, but there is only scattered information about accidents related to land transports, due to which no comparison has been possible.</p> <p>The methods of reducing the accident risks of vessels (restrictions and regulations for the use of the channel, more efficient markings and traffic arrangements) recommended by PIANC (1997) are in use in the Saimaa channel and deep-water channel, or their introduction is being planned (VTS system). The only clear measure for the improvement of vessel safety is the transfer of the Savonlinna deep-water channel from Kyrönsalmi to Laitaatsilta or Aholahki. On the basis of the traffic density and occurred accidents, the part of the deep-water channel south of Savonlinna has a more important position with regard to the oil-combating preparedness than the part of the deep-water channel north of Savonlinna (with the exception of the part of the deep-water channel between Savonranta and Kuhakivi). According to the study, the municipalities in the Saimaa region have sufficient preparedness for first stage oil-combating (inquiry and restriction of the damage). In second stage oil-combating, the role of the fire and rescue departments of towns becomes crucial. The vessels of the towns must be so rapid that the combating measures of the second stage (limiting the damage, gathering of oil, etc.) can be carried out.</p>	
Keywords	environmental hazards, water transport, oil-combating, oil accidents, waterways, Saimaa	
Publication series and number	The Finnish Environment 455	
Theme of publication	Environmental protection	
Project name and number, if any		
Financier/ commissioner	Finnish Environment Institute	
Project organization		
	ISSN 1238-7312	ISBN 952-11-0857-6
	No. of pages 101	Language Finnish
	Restrictions Public	Price FIM 87.00 14.63 EUR
For sale at/ distributor	Edita Oyj, P.O. BOX 800, FIN-00043 Edita, Finland tel. +358 020 450 05, telefax +358 020 450 2380, e-mail: asiakaspalvelu@edita.fi, www-server: http://www.edita.fi/netmarket	
Financier of publication	Finnish Environment Institute P.O. BOX 140, FIN-00251 Helsinki, Finland	
Printing place and year	Edita Oyj, Helsinki 2001	

## Suomen ympäristö

357. Marttunen, Mika & Järvinen, Erkki: Päijänteen säännöstelyn kehittäminen. Yhteenvedo ja suositukset. Suomen ympäristökeskus.
358. Luosma, Kirsi & Hynynen, Raija: Sosiaalisten vuokra-asuntojen hakijoiden, hakumenettelyn ja asukasvalinnan vertailu Helsingissä ja Lahdessa. Ympäristöministeriö.
359. Tanninen, Timo & Hirvonen, Jukka: Housing allowance in Finland in the 1990's. Results of the cutbacks and evaluation of the effects. Ympäristöministeriö.
360. Mäkinen, Heikki: 2000-luvun vesipiirit. Näkemyksiä Euroopan unionin vesipolitiikan puitedirektiivin edellyttämästä aluejaosta. Suomen ympäristökeskus.
361. Gustafsson, Juhani: Tiesuolauksen riskikartoitus pohjavesialueilla - valtakunnallinen yhteenvedo. Suomen ympäristökeskus.
362. Karvosenoja, Niko: National cost curve analysis SO<sub>2</sub> and NO<sub>x</sub> emission control. Suomen ympäristökeskus.
363. Järvinen, Erkki, A: Konnivesi-Ruotsalaisen säännöstelyn kehittäminen - yhteenvedoraportti. Suomen ympäristökeskus.
364. Bäck, Saara & Lindholm, Tapio: Vesi- ja rantaluonnon monimuotoisuuden säilyttäminen. Selvitys vesiensuojelun tavoiteohjelmaa vuotta 2005 varten. Suomen ympäristökeskus.
365. Penttinen, Katri: Pkt-yritysten ympäristönsuojelu. Ympäristöministeriö.
366. Laukkanen, Kauko: Karjatilojen jätevesien käsittely maa- ja kivivillasuodattimissa. Pohjois-Savon ympäristökeskus.
367. Siuntion kulttuuriympäristöohjelma. Kulturmiljöprogrammet för Sjundeå. Ympäristöministeriö.
368. Haapala, Henna: Karjalan tasavallan metsiensuojelukeskustelun retoriikka-analyysi. Suomen ympäristökeskus.
369. Ilomäki, Mika: Materiaalitehostamisen ja jätteen synnyn ehkäisyn mahdollisuudet pkt-yrityksissä- yrityksen näkökulma. Pirkanmaan ympäristökeskus.
370. Töyrylä, Jouni & Ropponen, Jukka: Esteettömyys Joensuun Marjalassa. Ympäristöministeriö.
371. Johansson, Matti & Lindström, Maria: National Integrated Assessment Modelling. Workshop Report. Suomen ympäristökeskus.
372. Manninen, Pertti: Kunnostus- ja täydennysojituksen vesistövaikutuksia. Veden laatu, kuormitus ja vesiensuojelu. Etelä-Savon ympäristökeskus.
373. Silvo, Kimmo; Melanen, Matti; Gynther, Lea; Torkkeli, Sirpa; Seppälä, Jyri; Kärmeniemi, Teller-vo & Pesari, Juha: Yhtenäisten päästöjen ja ympäristövaikutusten arviointi. Lähestymistapoja ympäristölupaprosessin tueksi. Suomen ympäristökeskus.
374. Bilaletdin, Amer & Arvonen, Hannu (toim.): Vörtsjärven kunnostuksen ja suojelun yleissuunnitelma. Pirkanmaan ympäristökeskus.
375. Siustonen, Pasi: Kiihtelysvaaran kulttuuriympäristöohjelma. Pohjois-Karjalan ympäristökeskus.
376. OECD Environmental Performance Review. Finland's Progress Report. Ympäristöministeriö.
377. Pohjanpitäjänlahden syvänteessä vuosina 1995 ja 1996 toteutettu hapetus. Alusveden vaihdunta sekä happi- ja suolataseet. Suomen ympäristökeskus.
378. Kuntaohjaustyöryhmän muistio. Ympäristöministeriö.
379. Hanski, Minna: Jokien rakeenteellisen tilan arviointi. Taustaa EU:n vesipolitiikan puitedirektiivin toimeenpanolle Suomen virtavesissä. Suomen ympäristökeskus.
380. Varjopuro, Riku & Furman, Eeva: Kalankasvatuksen lupajärjestelmä. Ympäristöpoliittiset ohjauskeinot yrittäjän näkökulmasta. Suomen ympäristökeskus.
381. Alatalo, Merja: Metsätaloustoimenpiteistä aiheutunut ravinne- ja kiintoainekuormitus. Suomen ympäristökeskus.
382. Asuntopolitiittinen strategia. Selvitysmiehen ehdotus. Ympäristöministeriö.
383. Tenhunen, Jyrki & Seppälä, Jyri (toim.): Alueellinen ympäristöanalyysi. Esimerkkinä Etelä-Savo. Suomen ympäristökeskus.
384. Polojärvi, Katja; Luoto, Miska & Heikkinen, Risto: Karttapohjainen tarkastelu geomorfologisten muodostumien suojelutilanteen arvioinnissa. Suomen ympäristökeskus.
385. Biosidivalmisteiden markkinoille luovuttaminen. Direktiivin täytäntöönpanoa koskevat ehdotukset. Työryhmän mietintö. Ympäristöministeriö.
386. Kellomäki, Erkki; Kanerva, Pertti & Toivonen, Heikki: Niinipuun (*Tilia cordata* Mill) olemassaolon taistelu pohjoisrajallaan Virroilla (PH). Hämeen ympäristökeskus.
387. Johansson, Matti; Ahonen, Johanna; Amann, Markus; Bartnicki, Jerzy; Ekqvist, Marko; Forsius, Martin; Karvosenoja, Niko; Lindström, Maria; Posch, Maximilian; Suutari, Riku & Syri, Sanna: Integrated Environmental Assessment Modelling - Final Report of the Finnish Subproject EU/LIFE Project. Suomen ympäristökeskus.
388. Kuusinen, Kaisa & Tornivaara-Ruikka, Riitta: Yhdyskuntarakenteen seurantarjestelmän alueellisia käyttömahdollisuuksia. Uudenmaan ympäristökeskus.
389. Pessa, Jorma & Anttila, Ilkka: Conservation of habitats and species on wetlands. A case of Liminganlahti Life Nature-Project in Finland. Pohjois-Pohjanmaan ympäristökeskus.
390. Vehmas, Anne: Osallistumisen oppivuodet. Kokemuksia kaavoituskäytäntöjen kehittämisestä Tiusulessa vuosina 1992 - 1998. Ympäristöministeriö.
391. Turtainen, Markku: Vertailu ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä. Ympäristöministeriö.
392. Kemppainen, Samuli & Markkanen, Sirkka-Liisa: Ilman kautta tuleva kuormitus, sen alkuperä ja vaikutukset Kainuussa. Kainuun ympäristökeskus.
393. Mähönen, Outi & Rissanen, Johanna (eds.): AMAP National Implementation plan 1998 -2003, Finland. Suomen ympäristökeskus.



394. Hellsten, Seppo (toim.): Päijänteen säännöstelyn kehittäminen. Rantavyöhykkeen tila ja siihen vaikuttavat tekijät. Suomen ympäristökeskus.
395. Virkkala, Raimo; Korhonen, Kari; Haapanen, Reija & Aapala, Kaisu: Metsien ja soiden suojelutilanne metsä- ja suokasvillisuusvyöhykkeittäin valtakunnan metsien 8. inventoinnin perusteella. Suomen ympäristökeskus.
396. Johansson, Matti (ed.): Integrated Environmental Assessment Modelling - Final Report of the EU/Life Project. Coupling of CORINAIR Data to Cost-effective Reduction Emission Strategies Based on Critical Thresholds (LIFE97/ENV/FIN336). Suomen ympäristökeskus.
397. Vartiainen, Perttu: Method of description for the urban network in the Baltic Sea Region. Ympäristöministeriö.
398. Väänänen, Katja: Ympäristövaikutusten arviointimenettely tiehankkeiden päätöksenteossa. Ympäristöministeriö.
399. Nurmi, Eeva: Kemikaalien hormonaaliset vaikutukset ympäristössä - kirjallisuuskatsaus ja kansainvälinen yhteistyö. Suomen ympäristökeskus.
400. Kaljonen, Minna: Viljelijänäkökuomia ympäristönhoidossa. Tuottajien sitoutuminen maatalouden ympäristötukiohjelmaan. Suomen ympäristökeskus.
401. Melanen, Matti; Palperi, Matti; Viitanen, Mikko; Dahlbo, Helena; Uusitalo, Seppo; Juutinen, Artti; Lohi, Tiina-Kaisa; Koskela, Sirkka & Seppälä, Jyri: Metallivirrat ja romun kierrätys Suomessa. Suomen ympäristökeskus.
402. Vesien suojelun toimenpideohjelma vuoteen 2005. Åtgärdsprogram för skydd av vattnen fram till år 2005. Ympäristöministeriö.
403. Vuori, Veli-Matti; Aronsuu, Ilona & Meissner: Lyhytaikaisäännöstelyn vaikutukset Perhonjoen koskieliöstöön. Habitaattitutkimukset ja laboratoriokokeet vuosina 1997 - 1998. Länsi-Suomen ympäristökeskus.
404. Rosenström, Ulla & Palosaari, Marika (toim.): Kestävyyden mitta. Suomen kestävän kehityksen indikaattorit 2000. Ympäristöministeriö.
- 404e. Rosenström, Ulla & Palosaari, Marika (eds.): Signs of Sustainability. Finland's indicators for sustainable development 2000. Ympäristöministeriö.
405. Niemi, Jorma & Heinonen, Pertti (toim.): Ympäristön seuranta Suomessa. Suomen ympäristökeskus.
406. Furman, Eeva: Practical application of the UN/ECE Convention on Environmental Impact Assessment in a Transboundary Context. Final report of the workshop. Ympäristöministeriö.
407. Suomen biologista monimuotoisuutta koskevan kansallisen toimintaohjelman toteutuminen vuosina 1997 - 1999. Ensimmäinen seurantaraportti. Ympäristöministeriö.
408. Myllyniemi, Marjo & Lehvo, Anna-Maija: Suolilevän *in situ* kasvatus. Uudenmaan ympäristökeskus.
409. Kahilainen, Juha: Kohti kestävää verkostoyhteiskuntaa. Kestävä kehitys ja tietoyhteiskunta. Ympäristöministeriö.
410. Kaljonen, Minna: Vaikutusten arviointi liikennejärjestelmäsuunnitelman tukena. Tapaustutkimus pääkaupunkiseudulla. Suomen ympäristökeskus.
411. Laukkanen, Tuula & Sirviö, Ulla-Maija: Aravavuokra-asuntojen vuokralavonta. Valtakunnallinen tilanne loka - marraskuu 1999. Ympäristöministeriö.
412. Sairinen, Rauno & Teittinen, Outi: Vapaaehtoiset ympäristösopimukset. Suomi kansainvälisessä vertailussa. Ympäristöministeriö.
413. Kauppila, Jussi: Teollisuusjätteiden hyödyntäminen maarakentamisessa. Lupasääntelyn kehittämistarpeet ja kehittämisvaihtoehdot. Suomen ympäristökeskus.
414. Niinioja, Riitta; Tanskanen, Anna-Liisa; Rumyantsev, Vladislav; Smirnova, Ljubov; Hildén, Mikael; Kontio, Panu & Filatov, Nikolai (eds.): Water management policy of large lakes. Tacis project TSP 40/97 DIMPLA Report of the tasks 4 and 5. Pohjois-Karjalan ympäristökeskus.
415. Kautto, Petrus & Melanen, Matti: Teollisuus ja jätepoliittinen sääntely. Suomen ympäristökeskus.
416. Kiirikki, Mikko; Westerholm, Leena & Sarkkula, Juha: Suomenlahden levähaittojen vähentämismahdollisuudet. Suomen ympäristökeskus.
417. Ruoppa, Marja; Paasivirta, Jaakko; Lehtinen, Karl-Johan & Ruonala, Seppo: 4th International conference on environmental impacts of the pulp and paper industry proceedings of the conference 12 - 15 June 2000, Helsinki, Finland. Suomen ympäristökeskus.
418. Tammiranta, Anni: Selvitys Harjavallan maaperän saastuneisuudesta ja toimenpiteiden arviointi. Suomen ympäristökeskus.
419. Lindström, Marianne; Sahivirta, Elise & Saarinen, Kristina: Miten ympäristönsuojelulaki muuttaa lupapäätöksiä? Suomen ympäristökeskus.
420. Soveri, Jouko; Mäkinen, Risto & Peltonen, Kimmo: Pohjaveden korkeuden ja laadun vaihteluista Suomessa 1975 - 1999. Suomen ympäristökeskus.
421. Sorvari, Jaana: Metallisten teollisuusjätteiden maarakennuskäytön ympäristökriteerit. Suomen ympäristökeskus.
422. Veneiden melu ja aallokon muodostus. Ympäristöministeriö.
423. Lehtinen, Heli: Maaperänsuojelun toteutuminen paikallistasolla. Tapatutkimus kahdeksassa kunnassa. Suomen ympäristökeskus.
424. Sundgren, Regina (red.): Projekt skärgårdhus 2000. Ympäristöministeriö.
425. Vasara, Petri; Jäppinen, Hannu & Lobbas, Pia: A strategic concept for BAT in forest industry. Suomen ympäristökeskus.
426. Kustula, Virve; Salo, Hannu; Witic, Allan & Kaunismaa, Pekka: The Finnish background for EC documentation of best available techniques for tanning industry. Kalliala, Eija & Talvenmaa, Päivi: The Finnish background for EC documentation of best available techniques for wet processing in textile industry. Suomen ympäristökeskus.

427. Kleemola, Sirpa & Forsius, Martin (eds.): 9th Annual Report 2000. UN ECE Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution. International Cooperative Programme on Integrated Monitoring of Air Pollution Effects on Ecosystems. Suomen ympäristökeskus.
428. Luonnonvarojen kokonaiskäyttö Suomessa. Ympäristöministeriö.
429. Kananoja, Tapio: Kallioperän suojele- ja opetuskohteita Etelä-Pohjanmaalla, Keski-Pohjanmaalla ja Pohjanmaalla. Ympäristöministeriö.
430. Kautto, Petrus; Melanen, Matti; Saarikoski, Heli & Ilomäki, Mika: Suomen jätepolitiikan ohjauskeinot - vaikutukset, vaikuttavuus ja kehittymistarpeet. Suomen ympäristökeskus.
431. Grönroos, Juha & Seppälä, Jyri (toim.): Maatalouden tuotantotavat ja ympäristö. Suomen ympäristökeskus.
432. Tolvanen, Harri: Saaristomeren tombolat. Lounais-Suomen ympäristökeskus.
433. Carter, Timothy, R.; Hulme, Mike; Crossley, Jennifer, F.; Malyshev, Sergey; New, Mark, G.; Schlesinger, Michael. E. & Tuomenvirta, Heikki: Climate Change in the 21st Century - Interim Characterizations based on the New IPCC Emissions Scenarios. Suomen ympäristökeskus.
434. Tenhunen, Jyrki; Oinonen, Jaana & Seppälä, Jyri: Vesihuollon elinkaaritutkimus. Tampereen vesilaitoksen vaikutukset ympäristöön. Suomen ympäristökeskus.
435. Hynynen, Raija (toim.): Asukkaat asiakkaina vuokra-asuntojen suunnittelussa. Tirmulan perusparannus ja Herttoniemen rannan uudiskohde. Ympäristöministeriö.
436. Heiskanen, Eeva & Jalas, Mikko: Dematerialization Through Services - A Review and Evaluation of the Debate. Ympäristöministeriö.
437. Metsien suojelun tarve Etelä-Suomessa ja Pohjanmaalla. Etelä-Suomen ja Pohjanmaan metsien suojelun tarve -työryhmän mietintö. Ympäristöministeriö.
438. Seppälä, Jyri; Koskela, Sirkka; Palperi, Matti & Melanen, Matti: Metallien jalostus ja ympäristö. Suomen ympäristökeskus.
439. Varjopuro, Riku (toim.): Tutkimus kalankasvatuksen ympäristöohjauksesta. Nykytila ja kehitysnäkymiä. Suomen ympäristökeskus.
440. Heikkinen, Risto; Punttila, Pekka, Virkkala, Raimo & Rajasärkkä, Ari: Suojeluverkon merkitys metsälajistolle: lehtojen putkilokasvit, metsien lahopuukovakuoriaiset, havu- ja sekametsien linnut. Suomen ympäristökeskus.
441. Ollila, Markku; Virta, Hanna; Hyvärinen, Veli: Suurtulvaselvitys. Arvio mahdollisen suurtulvan aiheuttamista vahingoista Suomessa. Suomen ympäristökeskus.
442. Äijö, Helena & Tattari, Sirkka: Viljelyalueiden valumavesien hallintamalli. Suomen ympäristökeskus.
443. Perinnebiotooppien hoito Suomessa. Perinnemaisemien hoitotyöryhmän mietintö. Ympäristöministeriö.
444. Niemi, Maarit; Vepsäläinen, Milja; Erkomaa, Kirsti & Sirviö, Hannu: Maan mikrobi-diversiteetin mittaaminen entsyymiaktiivisuuksina. MDIVE 1997-1999 loppuraportti. Suomen ympäristökeskus.
445. Niemi, Jorma; Heinonen, Pertti; Mitikka, Sari; Vuoristo, Heidi; Pietiläinen, Olli-Pekka; Puupponen, Markku & Rönkä, Esa (Eds.): The Finnish Eurowaternet with information about Finnish water resources and monitoring strategies. Suomen ympäristökeskus.
446. Lind, Tuula; Lyytikäinen, Anneli; Alanko, Lea; Varis, Aatos & Tollet, Lars: Kohti kestävämpää kehitystä Tanhuniityssä. Asukaslähtöisen kehittämisen lähtökohtia. Ympäristöministeriö.
447. Lehtinen, Karl-Johan & Tana, Jukka: Review of endocrine disrupting natural compounds and endocrine effects of pulp and paper mill and municipal sewage effluents. Suomen ympäristökeskus.
448. Assmuth, Timo & Louekari, Kimmo: Research for management of environmental risks from endocrine disrupters - contexts, knowledge base, methodologies and strategies. Suomen ympäristökeskus.
449. Häikiö, Liisa: Kuntien paikallisagendat ja kestävä kehityksen ohjelmat: Tavoitteet, prosessi ja sisältö sekä kestävä yhdyskuntakehitys -teeman huomioiminen. Ympäristöministeriö.
450. Luotola, Marja; Nakari, Tarja ja Walls, Mari: Pohjoisten ympäristöolojen vaikutus kemikaalien käyttäytymiseen ja myrkyllisyyteen. Suomen ympäristökeskus.
451. Hallikainen, Mari: Luonnonsuojelulailla rauhoitettujen lintujen aiheuttamien vahinkojen torjuminen. Menetelmät ja niiden soveltuvuus Suomen olosuhteisiin. Ympäristöministeriö.
452. Kaipainen, Maarit: Asuntosuunnittelun ja -rakentamisen murtomaalatu 1990-luvulla. Ympäristöministeriö.
453. Björnström, Taina; Riihimäki, Juha & Kerätär, Kaisa: Uhanalaisten kasvien siirtoistutukset. Menetelmien testaus Kitisen Kelukoskella. Suomen ympäristökeskus.
454. Taustaselvitys energiatehokkuudesta ympäristölupamenettelyssä. Ympäristöministeriö.





## YMPÄRISTÖN- SUOJELU

### Saimaan vesistöalueen kuljetusten ympäristöriskit

Saimaan vesistöalueen väyläverkosto on kokonaisuudessaan sisävesiemme suurin ja syväväylän osuus siitä on 775 km. Vaikka Saimaalla ei ole kuljetettu öljytuotteita v. 1992 jälkeen, jolloin raskaiden öljytuotteiden kuljetus kiellettiin, ympäristölle saattaa alusvahinkojen yhteydessä tehdä vahinkoa alusten omien polttoainetankkien rikkoutuminen ja polttoaineen joutuminen vesistöön. Tällaisen öljypäästön suuruuden on maksimissaan arvioitu Saimaalla olevan 50 m<sup>3</sup>.

Julkaisun pohjana olevan tutkimuksen tarkoituksena on selvittää Saimaan alueen kuljetusten ympäristöriskejä vesistölle sekä arvioida riskianalyysin perusteella Saimaan vesistöalueen nykyisen öljyntorjuntakaluston riittävyyttä. Tutkimuksessa käydään läpi liikennemäärät ja niiden kehitysennusteet, vanhat onnettomuudet sekä laaditaan kuljetusmäärien ja -reittien perusteella kuljetusten riskikartoitus syväväylän alueella. Johtopäätöksissä tarkastellaan nykyisen, kuntien ja valtion öljyntorjuntakaluston sijoittumista riskialueisiin verrattuna ja esitetään kaluston sijoitukseen ja määrään tutkimuksen perusteella tarvittavia muutoksia.

ISBN 952-11-0857-6

ISSN 1238-7312

EDITA Oyj  
PL 800, 00043 EDITA, vaihe 020 450 00  
ASIAKASPALVELU  
puhelin 020 450 05, faksi 020 450 2380  
EDITA-KIRJAKAUPPA HELSINGISSÄ  
Annankatu 44, puhelin 020 450 2566



9 789521 108570